

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL DETERIORO SUPERFICIAL EN EL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AVENIDA PAKAMUROS PARA DETERMINAR LA SERVICIABILIDAD DE LOS USUARIOS, PROVINCIA DE JAEN,2019”.**

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

**Autor(es): Bach. Orlando Hernández Hernández**

**Bach. Roybi Daniel Ayala Navarro**

**Asesor(es): Mg. Ing. Garrido Campaña Zadith Nancy**

**JAÉN-PERÙ**

**2019**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

En la ciudad de Jaén, el día 04 de Marzo del año 2020, siendo las 12:20 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Marco Antonio Martínez Serrano

Secretario: Mg. Marco Antonio Aguirre Camacho

Vocal : Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

Para evaluar la sustentación de:

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

Titulado: **"Evaluación de la Condición del Deterioro Superficial en el Pavimento Rígido de la Avenida Pakamuros para Determinar la Serviabilidad de los Usuarios, Provincia de Jaén 2019"**, presentado por Estudiante/ Egresado o Bachiller Orlando Hernández Hernández y Roybi Daniel Ayala Navarro, de la Carrera Profesional de ingeniería Civil de la Universidad nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (  ) Aprobar ( ) Desaprobar (  ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 13:12 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| II. OBJETIVOS.....  | 3  |
| 2.1. Objetivo general.....  | 3  |
| 2.2. Objetivos específicos .....  | 3  |
| III. MATERIAL Y MÉTODOS .....   | 4  |
| 3.1. Ubicación Geográfica .....   | 4  |
| 3.2. Población y Muestra.....   | 4  |
| 3.3. Datos cartográficos del área de estudio .....  | 5  |
| 3.4. Fuentes de Información .....   | 7  |
| 3.5. Tipo, método y diseño de investigación .....   | 7  |
| 3.5.1. Tipo de investigación .....  | 7  |
| 3.5.2. Método de investigación.....   | 8  |
| 3.5.3. Diseño de investigación.....   | 8  |
| 3.6. Variables de Investigación .....   | 9  |
| 3.6.1. Variable independiente .....   | 9  |
| 3.6.2. Variable dependiente: .....  | 9  |
| 3.7. Operacionalización de variables .....  | 9  |
| 3.8. Indicadores del estado superficial del pavimento mediante inspección visual .....            | 10 |
| 3.8.1. Identificación del deterioro superficial del pavimento rígido .....                        | 10 |
| 3.8.2. Determinación de la condición de deterioro de la superficie de rodadura del pavimento..... | 11 |
| 3.8.3. Tipos de fallas características en un pavimento rígido.....                                | 11 |
| 3.8.4. Procedimiento de evaluación con el método PCI.....   | 33 |
| 3.8.4.1. Definición de la dimensión de la Unidad de Muestreo: .....                               | 33 |
| 3.8.4.2. Determinación de las Unidades mínimas de Muestreo para Evaluación .....                  | 33 |
| 3.8.4.3. Selección de las unidades de muestreo para inspección .....                              | 34 |
| 3.8.4.4. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales: .....                                     | 35 |
| 3.8.4.5. Cálculo del PCI de la unidad de muestra .....  | 35 |
| 3.9. Desarrollo de Trabajo de Campo.....  | 39 |
| 3.10. Indicadores del estado superficial del pavimento mediante mediciones físicas .....          | 41 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 3.10.1.   | Rugosidad y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) .....  | 41 |
| 3.10.1.1. | Correlación D vs IRI .....  | 43 |
| 3.10.1.2. | Índice de Regularidad Internacional (INTERNATIONAL ROUGHNESS<br>ÍNDICE - IRI).....                              | 44 |
| 3.10.2.   | Serviciabilidad y el Índice de Servicios Presente (PSI) .....   | 45 |
| 3.10.2.1. | Índice de Servicios Presente (PRESENT SERVICEABILITY<br>INDEX - PSI) .....                                      | 46 |
| 3.11.     | Ejecución del ensayo para la utilización del equipo MERLIN.....   | 47 |
| 3.11.1.   | Descripción del proceso y toma de datos .....   | 47 |
| 3.12.     | Análisis estadístico .....  | 49 |
| IV.       | RESULTADOS .....  | 50 |
| 4.1.      | Aplicación del método PCI .....   | 50 |
| 4.1.1.    | Definición de la dimensión de la unidad de Muestreo (UM) .....  | 50 |
| 4.1.2.    | Determinación de las Unidades mínimas de Muestreo para Evaluación.....  | 52 |
| 4.1.3.    | Selección de las unidades de muestreo para inspeccionar.....  | 52 |
| 4.1.4.    | Cálculo del PCI en la avenida Pakamuros en pavimento Rígido .....   | 53 |
| 4.1.4.1.  | Cálculo de las densidades según tipo de falla .....   | 53 |
| 4.1.4.2.  | Determinación de valores deducidos para cada tipo de falla, con su tabla<br>respectiva                          | 54 |
| 4.1.4.3.  | Cálculo del número admisible máximo de deducidos (#aq) .....  | 57 |
| 4.1.4.4.  | Cálculo del máximo valor deducido corregido .....   | 57 |
| 4.1.4.5.  | Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-01 .....  | 57 |
| 4.1.5.    | Análisis de la condición del deterioro superficial del pavimento rígido. ....                                   | 58 |
| 4.2.      | Obtención del Índice de rugosidad Internacional (IRI) .....   | 60 |
| 4.2.1.    | Cálculo del IRI en la avenida Pakamuros en Pavimento Rígido.....  | 60 |
| 4.2.1.1.  | Tramo KM 0+000 al KM 0+400 – CARRIL IZQUIERDO .....   | 61 |
| 4.2.2.    | Índice de Rugosidad Internacional .....   | 63 |
| 4.3.      | Determinación del Índice de servicios ( PSI ) .....   | 64 |
| 4.4.      | Correlación de la servicios con relación a la condición de fallas superficiales<br>del pavimento por tramo..... | 66 |
| V.        | DISCUSIÓN.....  | 68 |

|  |    |
|--|----|
| VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... | 72 |
| 6.1. Conclusiones .....                  | 72 |
| 6.2. Recomendaciones .....               | 72 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....    | 73 |
| ANEXOS .....                             | 76 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Datos técnicos de la vía sección pavimento Rígido: Avenida Pakamuros .....                   | 6  |
| Tabla 2. Estructura de Operacionalización de variables.....   | 9  |
| Tabla 3. Índice de Condición del Pavimento (PCI), escala de clasificación y colores sugeridos.....    | 11 |
| Tabla 4. Tipos de fallas en pavimento rígido de concreto hidráulico. (Fuente: Vásquez, 2002)<br>..... | 12 |
| <i>Tabla 5.</i> Falla-Blow up buckling.....   | 12 |
| <i>Tabla 6.</i> Falla-Grieta de esquina.....  | 13 |
| <i>Tabla 7.</i> Falla-Losa dividida.....  | 15 |
| Tabla 8. Falla-Grieta de durabilidad (D) .....  | 16 |
| <i>Tabla 9.</i> Falla-Escala. ....  | 17 |
| Tabla 10. Falla-Daño del sello de la junta. ....  | 18 |
| Tabla 11. Falla-Desnivel carril / berma .....   | 19 |
| <i>Tabla 12.</i> Falla-Grietas lineales.....  | 20 |
| Tabla 13. Falla-Parche grande (mayor de 0.45 m <sup>2</sup> ) y acometidas de servicios públicos..... | 21 |
| <i>Tabla 14.</i> Falla-Parche pequeño (menor de 0.45 m <sup>2</sup> ). ....                           | 23 |
| Tabla 15. Falla-Pulimento de agregados .....  | 24 |
| Tabla 16. Falla-Popouts.....  | 25 |
| Tabla 17. Falla- Bombeo. ....   | 26 |
| <i>Tabla 18.</i> Falla-Punzonamiento.....   | 27 |
| Tabla 19. Falla-Cruce de vía férrea. ....   | 28 |
| <i>Tabla 20.</i> Falla-Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado .....                             | 29 |
| Tabla 21. Falla-Grietas de retracción. ....   | 30 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 22. Falla-Descascaramiento de esquina.....  | 31 |
| Tabla 23. Falla- Descascaramiento de junta.....   | 32 |
| Tabla 24. Tamaño de muestra según tipo de pavimento .....                                 | 33 |
| Tabla 25. Escala de Índice de Serviciabilidad.....  | 46 |
| Tabla 26. Total de unidades de muestreo KM 0+0000 al KM 1+300.....                        | 51 |
| Tabla 27. Valores deducidos para losa dividida.....                                       | 54 |
| Tabla 28. Valores deducidos para grietas lineales.....                                    | 54 |
| Tabla 29. Valores deducidos para pulimiento de agregados .....                            | 55 |
| Tabla 30. Valores deducidos para desconchamiento.....                                     | 56 |
| Tabla 31. Cálculo del máximo valor deducido corregido .....                               | 57 |
| Tabla 32. Resumen de resultados obtenidos.....  | 58 |
| Tabla 33. Datos de calibración del equipo Merlin y cálculo del factor de corrección ..... | 60 |
| Tabla 34. Formato de registro en campo .....  | 61 |
| Tabla 35. Correlación entre valores “D” vs IRI. ....                                      | 62 |
| Tabla 36. Datos generales y promedio de IRI calculados según carril y tramos.....         | 63 |
| Tabla 37. Resumen de resultados Calculados .....  | 64 |
| Tabla 38. correlaciones estadísticas de los resultados.....                               | 67 |

## ÍNDICE DE FIGURAS.

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Macrozonificación del proyecto .....   | 4  |
| <i>Figura 2.</i> Microzonificación del proyecto.....  | 4  |
| <i>Figura 3.</i> Vista en planta de la longitud de población para investigación (Fuente; Elaboración propia).....   | 5  |
| <i>Figura 4.</i> Vista en planta de la muestra de investigación (Fuente; Elaboración propia).....   | 5  |
| <i>Figura 5.</i> Inicio de Pavimento analizado Puente Pakamuros KM 0+000 (Fuente:.....  | 6  |
| <i>Figura 6.</i> Final de Pavimento Analizado Av. Pakamuros y Calle La Cunia KM 1+300 .....   | 6  |
| <i>Figura 7.</i> Curva de corrección de valores deducidos “q” para Pavimento Rígido (Fuente; ASTM D 6433 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys)) ..... | 37 |
| <i>Figura 8.</i> Formato para las iteraciones del cálculo del CDV (Fuente; (Vasquez,2002)).....   | 37 |
| <i>Figure 9.</i> Valores equivalentes a la curva de corrección general de valores deducidos.....  | 38 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Figure 10.</i> Medición de dimensiones de paño utilizando elementos de seguridad correspondientes .....   | 39 |
| <i>Figure 11.</i> Resumen de catálogo de falla .....   | 39 |
| <i>Figure 12.</i> Falla-grieta longitudinal .....  | 40 |
| <i>Figure 13.</i> Falla-grieta transversal.....  | 40 |
| <i>Figure 14.</i> Falla-Desconchamiento .....  | 40 |
| <i>Figure 15.</i> Falla-Pulimiento de agregados .....  | 40 |
| <i>Figure 16.</i> Falla-Mapa de grietas .....  | 40 |
| <i>Figura 17.</i> Esquema del funcionamiento del Rugosímetro MERLIN (Fuente; (Quispe Arias, 2010, p.31)) .....   | 41 |
| <i>Figura 18.</i> Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones (mediciones Consecutivas) (Fuente; (Quispe Arias, 2010, p.32)) .....       | 42 |
| <i>Figura 19.</i> Representación de la Rugosidad del Pavimento (Fuente; (Quispe Arias, 2010, p.24)) .....  | 43 |
| <i>Figura 20.</i> Escala de Rugosidad IRI (m/Km) (Fuente; "Manual de Carreteras" Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos ;Sección suelos y Pavimentos, 2014, p.(170)) ..... | 45 |
| <i>Figura 21:</i> Toma de muestras carril Izquierdo (Fuente; elaboración propia) .....   | 48 |
| <i>Figura 22.</i> Toma de muestras carril derecho.....   | 48 |
| <i>Figure 23.</i> Unidades de muestra consideradas para inspeccionar .....   | 52 |
| <i>Figure 24.</i> Hoja de registro de la Unidad de Muestreo (UM) 01 .....  | 53 |
| <i>Figure 25.</i> Variación de la condición del PCI en las unidades de muestra en el pavimento .....   | 59 |
| <i>Figure 26.</i> Estado actual del Pavimento .....  | 60 |
| <i>Figure 27.</i> Histograma de frecuencias .....  | 62 |
| <i>Figure 28.</i> Variación de la condición del PSI en las unidades de muestra de pasada. ....   | 65 |
| <i>Figure 29.</i> Estado actual del Pavimento .....  | 65 |
| <i>Figure 30.</i> variación de valores PCI según tramo.....  | 66 |
| <i>Figure 31.</i> variación de valores IRI según tramo .....   | 66 |
| <i>Figure 32.</i> variación de valores PSI según tramo .....   | 67 |

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar la serviciabilidad de los usuarios, Provincia de Jaén, 2019. La muestra fueron 1300 metros, constituido por 722 paños, ubicados en las cuadras 8 a la 22, Avenida Pakamuros, con intersección de la cuadra 18 de la avenida Mariscal Castilla (sentido paralelo) y calle Río La Cunía (sentido perpendicular). Se determinó condición de deterioro de la superficie de rodadura del pavimento (PCI) (Norma ASTM D 6433-07); índice de rugosidad internacional (IRI) (Rugosímetro MERLIN) e índice de serviciabilidad presente (PSI). El promedio del PCI fue 69.94 considerándose pavimento en condición de **Bueno**. Las fallas predominantes fueron pulimiento de agregados, grietas lineales, desconchamientos, losa dividida. El valor del IRI fue 4.97. La relación PSI/IRI fue 2.03 categorizado como regular a malo. No hubo relación entre PCI vs IRI, ni con PCI vs PSI. Hubo correlación negativa significativa entre PSI vs IRI, es decir a mayor PSI, menor el IRI y a mayor IRI, menor el PSI. El diagnóstico de la condición del pavimento estaría asociado a los resultados del PSI (2.03), correspondiéndose a un estado de condición regular del pavimento.

**Palabras clave:** pavimento rígido, PCI, IRI, serviciabilidad.



## **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the condition of the surface deterioration in the rigid pavement of Pakamuros avenue to determine the serviceability of users, Province of Jaén, 2019. The sample was 1300 meters, consisting of 722 cloths, located in the blocks 8 to 22, Pakamuros Avenue, with intersection of block 18 of Mariscal Castilla Avenue (parallel direction) and Río La Cunia Street (perpendicular direction). Deterioration condition of the road surface of the pavement (PCI) was determined (ASTM D 6433-07); International Roughness Index (IRI) (MERLIN Rugosimeter) and present Serviceability Index (PSI). The average of the PCI was 69.94 considering pavement in condition of Good. The predominant faults were aggregate polishing, linear cracks, chipping, split slab. The IRI value was 4.97. The PSI / IRI ratio was 2.03 categorized as regular to bad. There was no relationship between PCI vs IRI, nor with PCI vs PSI. There was a significant negative correlation between PSI vs IRI, that is, the higher the PSI, the lower the IRI and the higher the IRI, the lower the PSI. The diagnosis of the condition of the pavement would be associated with the results of the PSI (2.03), corresponding to a state of regular condition of the pavement.

**Keywords:** Rigid pavement, PCI, IRI, serviceability.

## I. INTRODUCCIÓN

La importancia de un pavimento radica en la contribución de estos a la calidad de vida de los ciudadanos, ya que como vía de comunicación estos generan desarrollo social, económico, etc. Por lo que su principal función es la de ofrecer un buen servicio a los usuarios dentro de su periodo de diseño; sin embargo, en la sección de pavimento que se ha estudiado, se ha advertido paños de pavimento muy deteriorados los cuales presentan diferentes tipos de fallas; por lo que para garantizar su buen funcionamiento resulta necesario evaluarlos constantemente, es por ello que para lograr tal fin se ha desarrollado en el transcurso del tiempo metodologías e indicadores ampliamente aceptadas a nivel mundial los cuales nos permitirán conocer la calidad de las vías, dentro de las cuales se puede mencionar al Método PCI, el Método del IRI, el PSI, entre otros.

Como antecedentes del presente trabajo de investigación se tiene a la investigación realizada por J.Quinde (2013) en la ciudad de Jaén, utilizando la metodología PCI, en el cual concluyó que la evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie de rodadura y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima. Sachún Quispe (2017) realizó su investigación utilizando el Índice de Rugosidad Internacional para la evaluación de la Panamericana Norte–Zona Trujillo, para su mantenimiento adecuado, concluyendo que el pavimento de la misma se encontró en muy buenas condiciones de transitabilidad, necesitando refuerzos asfálticos en zonas localizadas en el tramo Salaverry-Moche.

El problema de la investigación consiste en evaluar la condición del pavimento en la Avenida Pakamuros para conocer la serviciabilidad de los usuarios en la avenida Pakamuros, y considerando que el pavimento tiene 6 años de vida al servicio de la comunidad Jaenense; resultado necesario recurrir a los Métodos PCI (Índice de Serviabilidad Presente), IRI (Índice de rugosidad Internacional) y PSI (Índice de Serviabilidad Presente), para proponer soluciones al problema.

La investigación se justifica desde el punto de vista económico, social y técnico, ya que en lo que respecta a lo económico, un pavimento en buen estado beneficiara directamente con el desarrollo económico de los usuarios al evitar el desgaste de sus vehículos y acortando los tiempos de llegada de las mercaderías y pasajeros a sus destinos respectivos, desde el punto de vista social, un pavimento en óptimas condiciones contribuirá a generar confort, seguridad y confiabilidad del usuario al desplazarse sobre la vía, con respecto al aspecto técnico, se tiene que el presente trabajo de investigación se justifica por que servirá de fuente de consulta para profesionales y estudiantes de la carrera de ingeniería civil.

El objetivo general de esta tesis es: Evaluar la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar la serviciabilidad de los usuarios, Provincia de Jaén; para lo cual se han establecido cuatro objetivos específicos, los mismos que son los siguientes: Identificar el deterioro superficial del pavimento rígido según clase, severidad y densidad; Determinar la Calidad de la calzada según las elevaciones y depresiones que afectan el confort y transitabilidad del pavimento; Determinar el Índice de Serviciabilidad Presente –PSI y Correlacionar las variables PCI, IRI y PSI .

Las conclusiones a la que se ha llegado son las siguientes: A través del método PCI, se identificaron que las fallas más predominantes del pavimento fueron pulimiento de agregados, desconchamientos, grietas lineales; parcheos, sin embargo, la condición del mismo se consideró Buena. Según el valor obtenido en la escala de rugosidad establecida por el Banco Mundial, la calidad de la calzada está sujeta a un pavimento antiguo con imperfecciones superficiales. La condición de serviciabilidad fue regular según el PSI. El PSI se correlacionó inversamente con el IRI, es decir a menor PSI mayor el IRI, por lo que la condición del pavimento se asocia al valor del PSI. En este caso, el PSI resultó 2.03, lo que corresponde a un estado de condición regular del pavimento.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar la serviciabilidad de los usuarios, Provincia de Jaén,2019.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar el deterioro superficial del pavimento rígido según clase, severidad y densidad.
- Determinar la calidad de la calzada según las elevaciones y depresiones que afectan el confort y transitabilidad del pavimento.
- Determinar el Índice de Serviciabilidad Presente - PSI.
- Correlacionar las variables PCI, IRI y PSI.

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación Geográfica

La provincia de Jaén se encuentra ubicada en la zona Nor-Oriental del Perú en la parte norte del departamento de Cajamarca. Siendo el distrito de Jaén uno de los doce distritos de la provincia, su capital de distrito la ciudad de Jaén, se encuentra a 295 km de la ciudad de Chiclayo y a 1060 km de la ciudad de Lima, entre las coordenadas 05°42'15" de Latitud Sur y 78°48'29" de Longitud Oeste; cuya altitud es 729 m.s.n.m, estableciéndose en la región natural de selva alta del país. (Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Jaén, 2005) El clima es seco, templado y soleado durante el día, fresco durante la noche, teniendo como temperatura media anual: máxima media 21 °C y mínima media: 6°C



Figura 1. Macrozonificación del proyecto (Fuente; Elaboración propia)



Figura 2. Microzonificación del proyecto (Fuente; Elaboración propia)

#### 3.2. Población y Muestra

La población de estudio en la presente tesis está conformada por 1300 metros de pavimento rígido, partiendo del puente Pakamuros hasta la intersección con la calle Rio Cunia conformada por 722 paños de pavimento Rígido en un solo sentido en la avenida Pakamuros de la ciudad de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, siendo esta una vía de importante tránsito urbano e interurbano, la misma que se muestra en la figura 03.



Figura 3. Vista en planta de la longitud de población para investigación (Fuente; Elaboración propia)

Sin embargo, para el desarrollo de este trabajo de investigación se consideró como muestra a la totalidad de la población, que estuvo conformada por las cuadras 8 a la 22 de la Av. Pakamuros, con intersección de la cuadra 18 de la Av. Mariscal Castilla en sentido paralelo y la calle Rio la Cunia en sentido perpendicular.

A continuación, se muestra en la Figura 4, el croquis vista en planta de toda la muestra analizada.

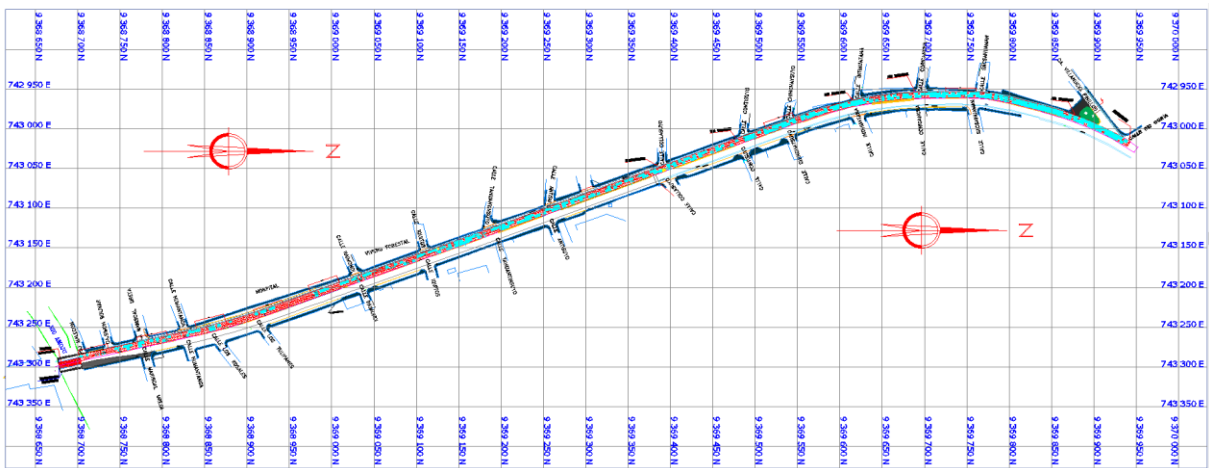


Figure 4. Vista en planta de la muestra de investigación (Fuente; Elaboración propia)

### 3.3. Datos cartográficos del área de estudio

Los datos cartográficos están ligados a una medición tomada mediante GPS , apoyados del expediente técnico, datos que se describen en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Datos técnicos de la vía sección pavimento Rígido: Avenida Pakamuros

| <b>Avenida Pakamuros</b>         | <b>Punto Inicial</b> | <b>Punto Final</b> |
|----------------------------------|----------------------|--------------------|
| Cuadras                          | 8                    | 22                 |
| Progresivas (KM)                 | 0+000                | 1+300              |
| Coordenadas UTM Este (m)         | 743284               | 743019.3           |
| Coordenadas UTM Norte (m)        | 9368702              | 9369942.9          |
| Coordenadas Geográficas Latitud  | S 5° 42' 17.57"      | S 5° 41' 37.24"    |
| Coordenadas Geográficas Longitud | O 78° 48' 12.2"      | O 78° 48' 20.95"   |
| Altitud m.s.n.m                  | 724.56               | 733.1              |
| Datum                            | 84 WGS               | 84 WGS             |

Fuente: Elaboración propia

El estudio fue iniciado en el puente Pakamuros que está localizada sobre el río Amojú, sobre la cuadra 8, mostrándose las características físicas del lugar en la figura 5.



Figura 5. Inicio de Pavimento analizado Puente Pakamuros KM 0+000 (Fuente: Elaboración propia).

Como punto final quedo definido la intersección de la Av. Pakamuros y la calle La Cunia en dirección al distrito San Ignacio, mostrándose las características físicas en la figura 6.



Figura 6. Final de Pavimento Analizado Av. Pakamuros y Calle La Cunia KM 1+300 (Fuente: Elaboración propia).

- **Hipótesis**

Si se evalúa la condición del deterioro superficial del pavimento a través de los métodos PCI e IRI; entonces se determinará la serviciabilidad del pavimento en la Avenida Pakamuros, Jaén 2019.

### **3.4. Fuentes de Información**

- ✓ Fuente primaria: Están los formatos de registro de inspección visual, catálogo de fallas y en las mediciones físicas formatos para registro de las lecturas del equipo Merlín, identificando así las características físicas, y funcionales del pavimento Rígido.
- ✓ Fuente secundaria: Información citada de diferentes fuentes bibliográficas como libros, artículos, monografías y otras de información relacionada con investigaciones sobre el estado de condición de pavimentos, estudios para mantenimiento de vías pavimentadas, mediciones físicas de serviciabilidad mediante equipos dinámicos y estáticos, etc.

### **3.5. Tipo, método y diseño de investigación**

#### **3.5.1. Tipo de investigación**

- Descriptiva, porque se especificará las características del deterioro superficial de pavimentos, midiéndose, recolectándose y evaluándose los datos de las variables de investigación.
- Cuantitativa, porque se cuantificará los resultados del IRI; PCI y PSI.
- Correlacional, porque hubo la finalidad de conocer la relación o grado de asociación entre las variables de estudio de un contexto en particular como es la condición superficial, para determinar la serviciabilidad del pavimento.
- Aplicada, porque sugerirá alternativas que permitirán controlar el avance de los deterioros superficiales del pavimento rígido y poder plantear estrategias de mitigación de las lesiones superficiales que se puedan presentar en los pavimentos, para que los nuevos pavimentos de este tipo no se vean afectados en tiempos muy cortos de su vida útil.
- No experimental, porque no se modificará ninguna variable en estudio, es decir, no se alterará el contenido original de las variables de la investigación.



### 3.5.2. Método de investigación

#### ✓ **Inductivo**

Se ha aplicado este método porque fue necesaria la observación directa de la situación problemática, lo cual nos ha permitido relacionar los factores y efectos del deterioro de la vía estudiada, para llegar a conclusiones generales con respecto a la condición del pavimento.

#### ✓ **Deductivo**

Porque se partió de una problemática existente, evidenciadas en las diferentes calles de la ciudad para la cual se ha planteado alternativas de solución que pueden ser replicadas en otras vías de la ciudad para determinar la serviciabilidad y así tener un registro que permita plantear soluciones de intervención para corregir oportunamente las fallas, minimizando costos en mantenimiento y teniendo así más recursos para otras obras necesarias en beneficio de la población.

#### ✓ **Analítico**

Nos permitió revisar de manera detallada toda la información necesaria para realizar el trabajo de investigación.

### 3.5.3. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación consiste en el desarrollo de las siguientes variables:

- ✓ Evaluación del pavimento mediante: Una etapa de trabajo de campo para identificar los daños superficiales, teniendo en cuenta su clase, severidad y densidad de cada uno de ellos, de acuerdo al Catálogo de Fallas, según PCI en Pavimentos Rígidos; y una segunda etapa que fue el procesamiento de los datos para obtener la condición actual del tramo estudiado.
- ✓ Con el fin de complementar el estudio de la regularidad superficial del pavimento, debido a que por inspección visual estos aspectos son difíciles de medir, resultado necesario considerar mediciones a través del equipo MERLIN, para luego obtener mediante correlación el parámetro IRI y seguidamente el cálculo de la condición superficial a través de PSI.

### 3.6. Variables de Investigación

#### 3.6.1. Variable independiente

Evaluación de la condición de deterioro superficial del pavimento rígido.

#### 3.6.2. Variable dependiente:

Determinar la serviciabilidad a los usuarios en la av. Pakamuros, provincia de Jaén

### 3.7. Operacionalización de variables

Tabla 2. Estructura de Operacionalización de variables

| HIPOTESIS   | VARIABLES     |  | DIMENSIÓN  | INDICADORES                                | SUBINDICADORES  | INSTRUMENTOS  | RESULTADOS  |
|---|---------------|--|--|--|---|---|---|
|   | Tipo          | Descripción  |  |  |   |   |   |
| Si se evalúa la condición del deterioro superficial del pavimento a través del método PCI e IRI; entonces se determinará la serviciabilidad del pavimento en la avenida Pakamuros, Jaén 2020. | Independiente | Evaluación de la condición de deterioro superficial del pavimento a través del método PCI e IRI. | Nivel de deterioro superficial                     | Rangos numéricos de clasificación para PCI | Indicios de fallas superficiales.   | Hojas de registro de campo y Inventario de fallas                     | Condición o estado  |
|   |               | Determinar la serviciabilidad del pavimento en la avenida Pakamuros Jaén 2019.                   | Irregularidad superficial del pavimento            | Rangos de escala del IRI                   | Alteraciones superficiales (Depresiones y elevaciones), afectación al desplazamiento, confort y seguridad del tránsito. | Equipo MERLIN, formato para registro de mediciones                    | Tipo de pavimento y característica del estado superficial |
|   | Dependiente   | Determinar la serviciabilidad del pavimento en la avenida Pakamuros Jaén 2019.                   | Nivel de serviciabilidad de la carpeta de rodadura | Rangos numéricos de clasificación para PSI | Calidad de la superficie  | Modelación matemática de Paterson (instrumento de medición indirecta) | Condición o estado  |

Fuente: Elaboración propia.

### **3.8. Indicadores del estado superficial del pavimento mediante inspección visual**

#### **3.8.1. Identificación del deterioro superficial del pavimento rígido**

Vásquez (2002) propone el Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de Pavimentos, sección pavimento rígido, el cual clasifica el deterioro superficial según clase, severidad y área deteriorada en cada cuadra del pavimento, definiendo:

- a) Clase: está relacionada con el tipo de falla que se presenta en la superficie de un pavimento, tales como, grieta en esquina, losa dividida, grieta lineal, pulimiento de agregados
- b) Severidad, es lo crítico del deterioro en términos de su valoración; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. Se debe valorar la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal. Puede ser:
  - Bajo (B): se perciben vibraciones en el vehículo, pero no es necesaria la reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad.
  - Medio (M): las vibraciones del vehículo son significativas y se requiere una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad.
  - Alto, (A): las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo de tamaño estándar a la velocidad especificada. La calidad del tránsito se determina recorriendo la sección de un pavimento en un automóvil por el límite legal.
- c) Extensión, en caso del pavimento rígido, estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en una losa o varias losas.

De acuerdo al tipo de pavimento que se está evaluando, en este caso se trata de pavimento rígido para el cual se contará con el respectivo formato para tal fin, tal como se aprecia en (ver ANEXO 1), formato donde se registrará los datos de campo.

### 3.8.2. Determinación de la condición de deterioro de la superficie de rodadura del pavimento.

Se utilizó el Método de evaluación Norma ASTM D 6433-07 (PCI) (Vásquez, 2002) o Present Condition Index, o por sus siglas PCI. El mismo es un índice para valorar la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este. Permite la evaluación y calificación objetiva de pavimentos. El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. Esta metodología corresponde a una descripción cualitativa de la condición de un pavimento. En la Tabla 3, se aprecian los rangos de calificación de las condiciones superficiales del pavimento de acuerdo al Índice de Condición del Pavimento (PCI), así como la escala de clasificación, y colores sugeridos.

Tabla 3. Índice de Condición del Pavimento (PCI), escala de clasificación y colores sugeridos.

| PCI    | Escala de clasificación | Colores sugeridos |
|--------|-------------------------|-------------------|
| 100-85 | Excelente               | Verde Oscuro      |
| 85-70  | Muy Bueno               | Verde claro       |
| 70-55  | Bueno                   | Amarillo          |
| 55-40  | Regular                 | Rojo claro        |
| 40-25  | Malo                    | Rojo Mediano      |
| 25-10  | Muy Malo                | Rojo Oscuro       |
| 10-0   | Fallado                 | Gris Oscuro       |

Fuente: American Society For Testing Materials (ASTM D 6433)

### 3.8.3. Tipos de fallas características en un pavimento rígido

Chacón (2018) define que Cada tipo de falla tiene una actividad de mantenimiento asociada que la elimina totalmente o reduce su efecto negativo a la condición del pavimento en forma significativa. Vásquez (2002) en el manual *Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de concreto en Carreteras*, considera las fallas, codificándolo del 21 al 39 para concreto rígido que identifica el método PCI y se describen a continuación:

Tabla 4. *Tipos de fallas en pavimento rígido de concreto hidráulico. (Fuente: Vásquez, 2002)*

| Código | Tipo de falla  | Código | Tipo de falla               |
|--------|--|--------|-----------------------------|
| 21     | Blow up/ Buckling  | 31     | Pulimiento de agregados     |
| 22     | Grieta de esquina  | 32     | Popouts                     |
| 23     | Losa dividida  | 33     | Bombeo                      |
| 24     | Grieta de durabilidad "D"  | 34     | Punzonamiento               |
| 25     | Escala   | 35     | Cruce de vía férrea         |
| 26     | Sello de Junta   | 36     | Desconchamiento             |
| 27     | Desnivel Carril / Berma  | 37     | Retracción                  |
| 28     | Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)  | 38     | Descascaramiento de esquina |
| 29     | Parqueo grande (>0.45m <sup>2</sup> ) y acometidas de servicio Publico | 39     | Descascaramiento de junta   |
| 30     | Parqueo pequeño (< 0.45 m <sup>2</sup> )                               |        |                             |

A continuación, se hace la descripción de los tipos de fallas en pavimentos rígidos

Tabla 5. Falla-Blow up buckling

### **21. Blowup - buckling.**

**Descripción:** Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling).

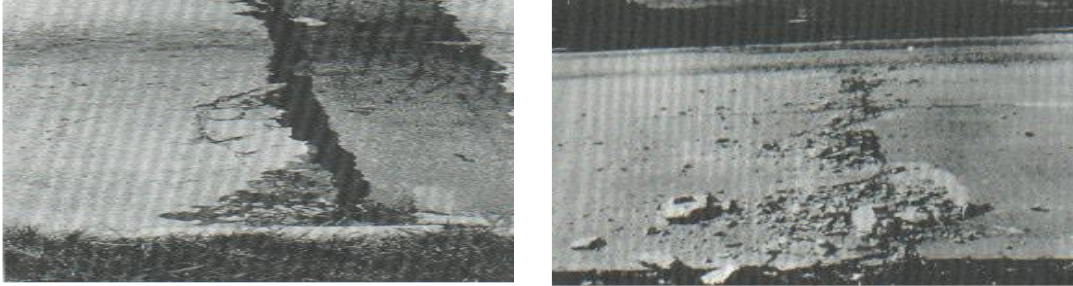
| <i>Niveles de Severidad</i>                          | <i>Medida</i>   |
|--|---|
| L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.  | En una grieta, un <i>blowup</i> se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del <i>blowup</i> deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato. |
| M: Causa una calidad de tránsito de severidad media. |   |
| H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.  |   |

---

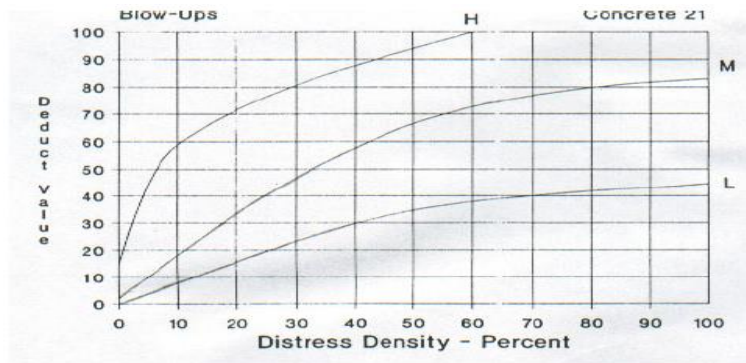
### Opciones de Reparación

L: No se hace nada. Parcheo profundo o parcial., M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa., H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

#### Blowup / Buckling de baja severidad.



Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad



---

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 6. Falla-Grieta de esquina.

---

#### 22. Grieta de esquina.

**Descripción:** Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo.

---

**Niveles de Severidad**

L: La grieta esta definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.

M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)

H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas esta muy agrietada.

**Medida**

La losa dañada se registra como una losa si:

1. Sólo tiene una grieta de esquina.
2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.
3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

**Opciones de Reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

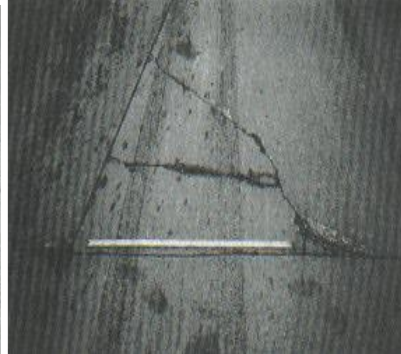
M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

**Grieta de esquina de baja severidad.**



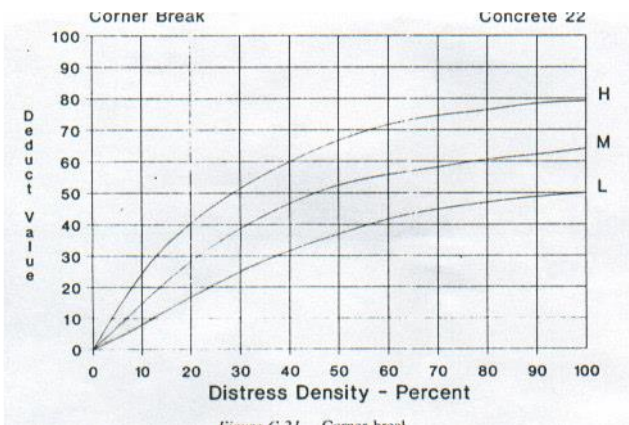
**Grieta de esquina de severidad media**



**Grieta de esquina de alta severidad.**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos equivalentes a las curvas**

| VALOR DEDUCIDO |       |         |       |
|----------------|-------|---------|-------|
| DENSIDAD       | LEVE  | MEDIANA | ALTA  |
| 0.00           | 0.00  | 0.00    | 0.00  |
| 5.00           | 3.50  | 7.20    | 12.10 |
| 10.00          | 8.70  | 14.50   | 23.40 |
| 15.00          | 12.60 | 21.70   | 34.00 |
| 20.00          | 16.40 | 28.70   | 41.50 |
| 25.00          | 20.20 | 34.40   | 47.30 |
| 30.00          | 23.80 | 39.20   | 52.10 |
| 35.00          | 27.40 | 43.10   | 56.10 |
| 40.00          | 31.00 | 46.60   | 60.00 |
| 45.00          | 34.50 | 49.60   | 64.00 |
| 50.00          | 37.50 | 52.30   | 67.30 |
| 55.00          | 39.70 | 53.80   | 69.30 |
| 60.00          | 41.20 | 55.30   | 70.90 |
| 65.00          | 42.60 | 56.60   | 72.40 |
| 70.00          | 43.90 | 57.80   | 73.80 |
| 75.00          | 45.10 | 58.90   | 75.00 |
| 80.00          | 46.20 | 60.00   | 76.20 |
| 85.00          | 47.30 | 61.00   | 77.30 |
| 90.00          | 48.30 | 61.90   | 78.30 |
| 95.00          | 49.20 | 62.80   | 79.30 |
| 100.00         | 50.10 | 63.70   | 80.30 |

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 7. Falla-Losa dividida.

### 23. Losa Dividida

**Descripción:** La losa es *dividida* por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una *grieta de esquina*, el daño se clasifica como una *grieta de esquina severa*.

#### Niveles de Severidad

En el Cuadro siguiente se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

| Severidad de la mayoría de las grietas | Número de pedazos en la losa agrietada |       |         |
|--|--|-------|---------|
|  | 4 a 5                                  | 6 a 8 | 8 ó más |
| L                                      | L                                      | L     | M       |
| M                                      | M                                      | M     | H       |
| H                                      | M                                      | M     | H       |

#### Medida

Si la *losa dividida* es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

#### Opciones de Reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

**Losa dividida de baja severidad**



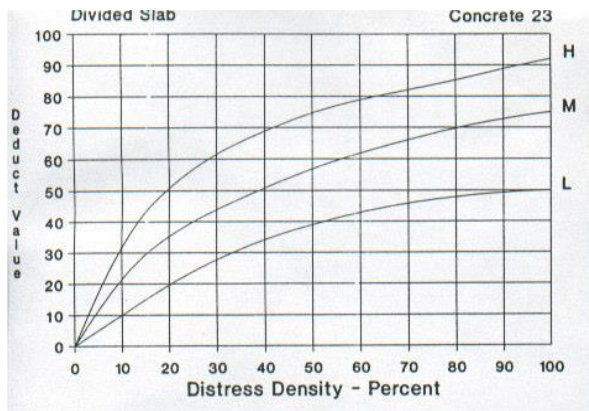
**Losa dividida de severidad media**



**Losa dividida de alta severidad.**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos equivalentes a las curvas**

| DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO |         |       |
|----------|----------------|---------|-------|
|          | LEVE           | MEDIANA | ALTA  |
| 0.00     | 0.00           | 0.00    | 0.00  |
| 5.00     | 5.10           | 10.70   | 17.00 |
| 10.00    | 9.80           | 21.50   | 32.00 |
| 15.00    | 14.20          | 28.20   | 42.70 |
| 20.00    | 18.60          | 33.30   | 50.30 |
| 25.00    | 22.90          | 37.90   | 56.20 |
| 30.00    | 27.10          | 42.20   | 61.00 |
| 35.00    | 31.00          | 46.10   | 65.10 |
| 40.00    | 34.50          | 49.90   | 68.60 |
| 45.00    | 36.60          | 53.40   | 71.80 |
| 50.00    | 38.50          | 56.80   | 74.00 |
| 55.00    | 40.20          | 59.80   | 76.30 |
| 60.00    | 41.70          | 62.00   | 78.40 |
| 65.00    | 43.10          | 64.00   | 80.30 |
| 70.00    | 44.50          | 65.80   | 82.10 |
| 75.00    | 45.70          | 67.50   | 83.70 |
| 80.00    | 46.80          | 69.10   | 85.30 |
| 85.00    | 47.90          | 70.50   | 86.80 |
| 90.00    | 48.90          | 71.90   | 88.10 |
| 95.00    | 49.90          | 73.30   | 89.40 |
| 100.00   | 50.80          | 74.50   | 90.70 |

Fuente: (Shahin, 2005)



Tabla 8. *Falla-Grieta de durabilidad (D)*

**24. Grieta de durabilidad “D”**

**Descripción:** Las *grietas de durabilidad “D”* son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las *grietas “D”*.

| <i>Niveles de Severidad</i>   | <i>Medida</i>   |
|---|---|
| L: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.   | Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si <i>grietas “D”</i> de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente. |
| M: Existe una de las siguientes condiciones:<br>1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.<br>2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente. | <b>Opciones de Reparación</b><br>L: no se hace nada.<br>M: parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.  |
| H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.  | H: parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.  |

**Grieta de durabilidad “D” baja severidad**



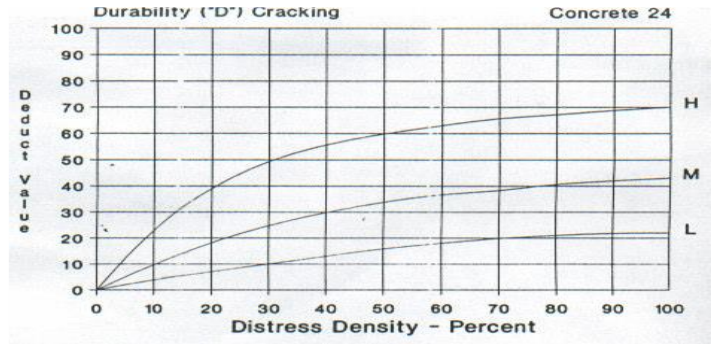
**Grieta de durabilidad “D” severidad media**



**Grieta de durabilidad “D” alta severidad.**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 9. Falla-Escala.

**25. Escala.**

**Descripción:** Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son: 1. Asentamiento debido una fundación blanda, 2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa, 3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

**Niveles de Severidad**

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el Cuadro.

| Nivel de severidad | de | Diferencia en elevación |
|--------------------|----|-------------------------|
| L                  |    | 3 a 10 mm               |
| M                  |    | 10 a 19 mm              |
| H                  |    | Mayor que 19 mm         |

**Medida**

La *escala* a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas.

Las *escalas* a través de una grieta no se cuentan como daño pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

**Escala baja severidad**



**Escala severidad media**



**Escala alta severidad.**



Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 10. *Falla-Daño del sello de la junta.*

**26. Daño del sello de la junta.**

**Descripción:** Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra.

**Niveles de Severidad**

**Medida**

L: El *sellante* está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor, M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

No se registra losa por losa sino que se evalúa con base en la condición total del *sellante* en toda el área.

**Opciones de Reparación**

L: no se hace nada.

M: resellado de juntas.

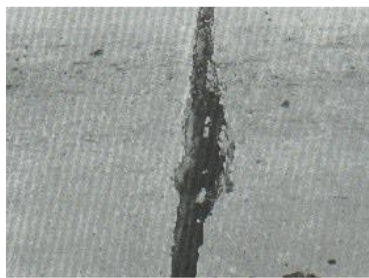
H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo.

H: resellado de juntas.

**Daño del sello de la junta  
baja severidad**



**Daño del sello de la junta  
severidad media**



**Daño del sello de la junta  
alta severidad.**



valores deducidos para diferentes niveles de severidad

| Joint Seal Damage  |          | Concrete 26 |
|--|----------|-------------|
| Joint seal damage is not rated by density. The severity of the distress is determined by the sealant's overall condition for a particular sample unit. |          |             |
| The deduct values for the three levels of severity are:  |          |             |
| LOW  | 2 points |             |
| MEDIUM   | 4 points |             |
| HIGH   | 8 points |             |

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 11. *Falla-Desnivel carril /berma*

**27. Desnivel Carril / Berma.**

**Descripción:** El *desnivel carril /berma* es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad.

**Niveles de Severidad**

L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.  
 M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.  
 H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

**Medida**

El *desnivel carril /berma* se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa.  
 Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

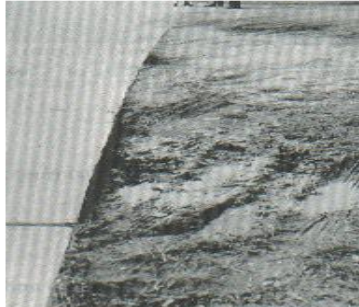
**Opciones de Reparación**

L, M, H: renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.

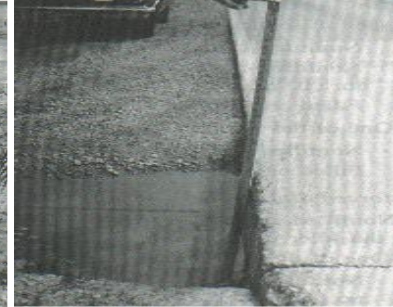
**Desnivel carril/berma baja severidad**



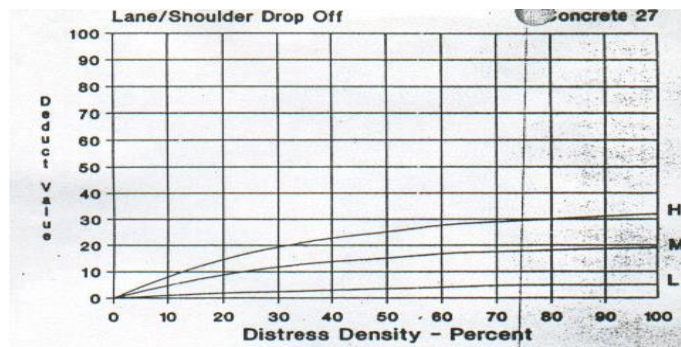
**Desnivel carril /berma severidad media**



**Desnivel carril /berma alta severidad**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 12. Falla-Grietas lineales

---

**28. GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).**

**Descripción:** Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como *losas divididas*. Comúnmente, las *grietas* de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes.

---

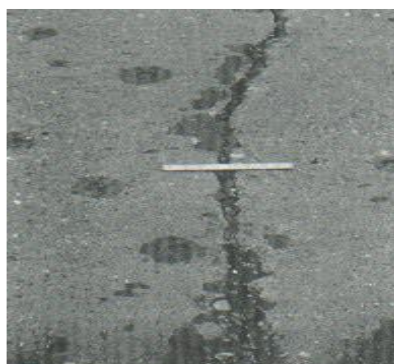
| <b>Niveles de Severidad</b>  | <b>Medida</b>   |
|--|---|
| <b>Losas sin refuerzo</b>  | Una vez se ha establecido la severidad,   |
| L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala. | el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad.                       |
| M: Existe una de las siguientes condiciones:   |   |
| 1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.  | Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como <i>losas divididas</i> . Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que |
| 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.  | tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.  |
| H: Existe una de las siguientes condiciones:   |   |
| 1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.  |   |
| <b>Opciones de Reparación</b>  |   |
| L: no se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm., M: sellado de grietas, H: sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.                               |   |

---

Grietas lineales baja severidad  
losa de concreto simple.



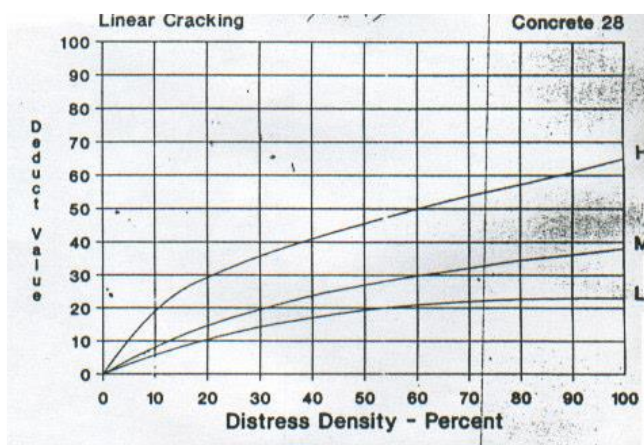
Grietas lineales severidad Media  
losa de concreto simple



Grietas lineales severidad  
alta losa de concreto simple



Curva de valores deducidos para  
diferentes niveles de severidad



Valores deducidos  
equivalentes a las curvas

| VALOR DEDUCIDO |       |         |       |
|----------------|-------|---------|-------|
| DENSIDAD       | LEVE  | MEDIANA | ALTA  |
| 0.00           | 0.00  | 0.00    | 0.00  |
| 5.00           | 3.20  | 4.00    | 9.60  |
| 10.00          | 5.90  | 7.80    | 19.20 |
| 15.00          | 8.30  | 11.50   | 24.20 |
| 20.00          | 10.60 | 14.40   | 28.30 |
| 25.00          | 12.80 | 17.60   | 31.60 |
| 30.00          | 14.90 | 20.20   | 34.70 |
| 35.00          | 16.20 | 22.40   | 37.60 |
| 40.00          | 17.20 | 24.30   | 40.30 |
| 45.00          | 18.10 | 26.00   | 42.80 |
| 50.00          | 18.90 | 27.50   | 45.20 |
| 55.00          | 19.60 | 28.80   | 47.50 |
| 60.00          | 20.30 | 30.10   | 49.70 |
| 65.00          | 20.90 | 31.20   | 51.80 |
| 70.00          | 21.40 | 32.30   | 53.90 |
| 75.00          | 22.00 | 33.30   | 55.80 |
| 80.00          | 22.40 | 34.20   | 57.70 |
| 85.00          | 22.90 | 35.10   | 59.60 |
| 90.00          | 23.30 | 35.90   | 61.40 |
| 95.00          | 23.70 | 36.70   | 63.10 |
| 100.00         | 24.10 | 37.40   | 64.80 |

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 13. Falla-Parche grande (mayor de 0.45 m2) y acometidas de servicios públicos.

### 29. Parche grande (mayor de 0.45 m2) y acometidas de servicios públicos.

**Descripción:** Un *parche* es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una *excavación de servicios públicos* (utility cut) es un *parche* que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una *excavación de servicios* son los mismos que para el parche regular.

#### Niveles de Severidad

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

#### Medida

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como

M: El parche está moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

**Opciones de Reparación**

L: no se hace nada.

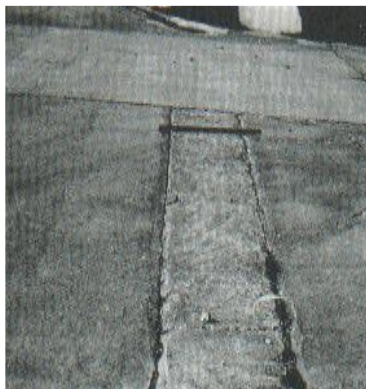
M: sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: reemplazo del parche.

**Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad**



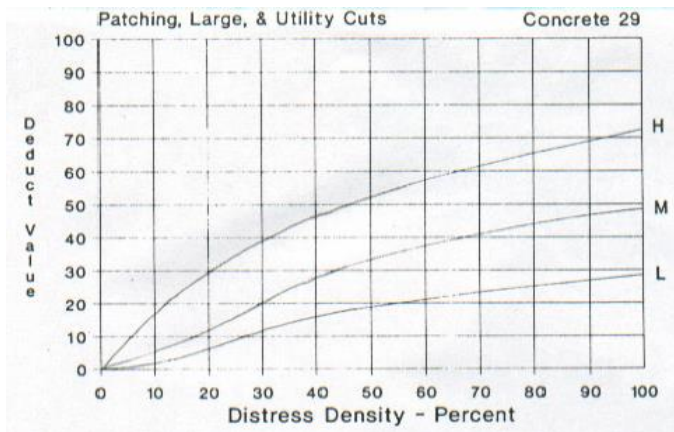
**Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media**



**Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos equivalentes a las curvas**

| VALOR DEDUCIDO |       |         |       |
|----------------|-------|---------|-------|
| DENSIDAD       | LEVE  | MEDIANA | ALTA  |
| 0.00           | 0.00  | 0.00    | 0.00  |
| 5.00           | 1.10  | 2.90    | 8.00  |
| 10.00          | 2.70  | 5.80    | 15.70 |
| 15.00          | 4.30  | 8.80    | 23.20 |
| 20.00          | 6.30  | 11.70   | 29.50 |
| 25.00          | 9.40  | 16.90   | 34.60 |
| 30.00          | 11.90 | 21.10   | 39.40 |
| 35.00          | 14.00 | 24.70   | 43.50 |
| 40.00          | 15.80 | 27.80   | 47.00 |
| 45.00          | 17.50 | 30.50   | 50.10 |
| 50.00          | 18.90 | 33.00   | 52.90 |
| 55.00          | 20.20 | 35.20   | 55.40 |
| 60.00          | 21.40 | 37.20   | 57.70 |
| 65.00          | 22.50 | 39.00   | 59.80 |
| 70.00          | 23.50 | 40.70   | 61.80 |
| 75.00          | 24.50 | 42.30   | 63.60 |
| 80.00          | 25.40 | 43.80   | 65.30 |
| 85.00          | 26.20 | 45.20   | 66.90 |
| 90.00          | 27.00 | 46.60   | 68.50 |
| 95.00          | 27.70 | 47.80   | 69.90 |
| 100.00         | 28.40 | 49.00   | 71.20 |

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 14. Falla-Parche pequeño (menor de 0.45 m2).

**30. Parche pequeño (Menor de 0.45 M2).**

**Descripción:** Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

**Niveles de Severidad**

L: El *parche* está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El *parche* está moderadamente deteriorado. El material del *parche* puede ser retirado con considerable esfuerzo.

H: El *parche* está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

**Medida**

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

**Opciones de Reparación**

L: no se hace nada.

M: no se hace nada. Reemplazo del parche.

H: reemplazo del parche.

**Parche pequeño  
baja severidad**



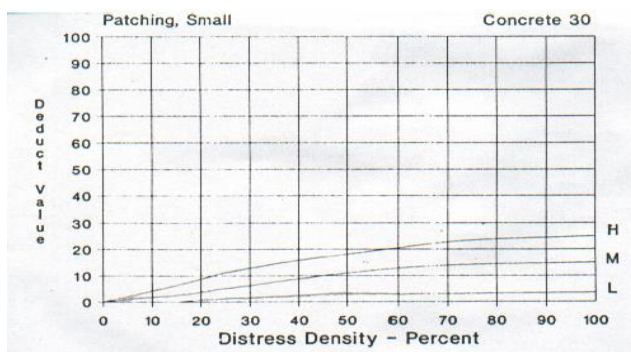
**Parche pequeño  
severidad media**



**Parche pequeño  
alta severidad**



**Curva de valores deducidos para  
diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos  
equivalentes a las curvas**

| VALOR DEDUCIDO |      |         |       |
|----------------|------|---------|-------|
| DENSIDAD       | LEVE | MEDIANA | ALTA  |
| 0.00           | 0.00 | 0.00    | 0.00  |
| 5.00           | 0.20 | 0.90    | 2.20  |
| 10.00          | 0.40 | 1.70    | 4.20  |
| 15.00          | 0.60 | 2.60    | 6.30  |
| 20.00          | 1.10 | 3.00    | 8.40  |
| 25.00          | 1.50 | 5.00    | 10.50 |
| 30.00          | 1.80 | 6.60    | 12.90 |
| 35.00          | 2.00 | 8.00    | 14.50 |
| 40.00          | 2.20 | 9.20    | 15.90 |
| 45.00          | 2.40 | 10.20   | 17.10 |
| 50.00          | 2.60 | 11.20   | 18.20 |
| 55.00          | 2.70 | 12.00   | 19.20 |
| 60.00          | 2.90 | 12.90   | 20.10 |
| 65.00          | 3.00 | 13.50   | 21.00 |
| 70.00          | 3.10 | 14.40   | 21.70 |
| 75.00          | 3.30 | 14.40   | 22.40 |
| 80.00          | 3.40 | 14.50   | 23.10 |
| 85.00          | 3.50 | 14.60   | 23.70 |
| 90.00          | 3.60 | 14.70   | 24.30 |
| 95.00          | 3.60 | 14.80   | 24.90 |
| 100.00         | 3.70 | 14.80   | 25.40 |

Fuente: (Shahin, 2005)



Tabla 15. *Falla-Pulimento de agregados*

**31. Pulimento de agregados.**

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

**Niveles de Severidad**

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

**Medida**

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

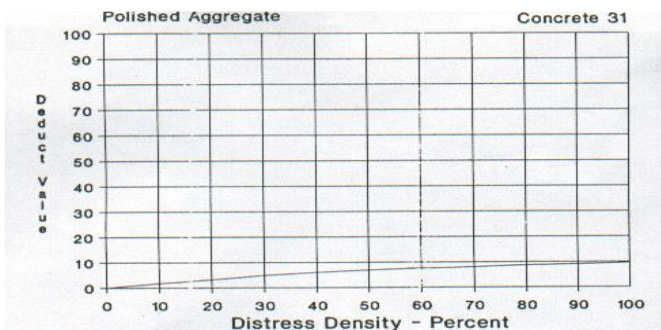
**Opciones de Reparación**

L, M y H: ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.

**Pulimento de agregados**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos equivalentes a las curvas**

| VALOR DEDUCIDO |       |
|----------------|-------|
| DENSIDAD       | L,M,H |
| 0.00           | 0.00  |
| 5.00           | 0.80  |
| 10.00          | 1.30  |
| 15.00          | 2.80  |
| 20.00          | 3.80  |
| 25.00          | 4.60  |
| 30.00          | 5.30  |
| 35.00          | 5.90  |
| 40.00          | 6.40  |
| 45.00          | 6.80  |
| 50.00          | 7.20  |
| 55.00          | 7.50  |
| 60.00          | 7.80  |
| 65.00          | 8.10  |
| 70.00          | 8.40  |
| 75.00          | 8.60  |
| 80.00          | 8.90  |
| 85.00          | 9.10  |
| 90.00          | 9.30  |
| 95.00          | 9.50  |
| 100.00         | 9.70  |

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 16. *Falla-Popouts*

**32. Popouts.**

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

**Niveles de Severidad**

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

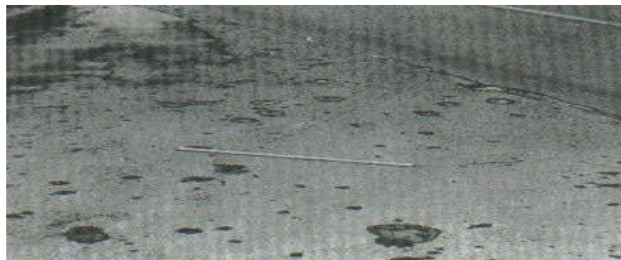
**Medida**

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

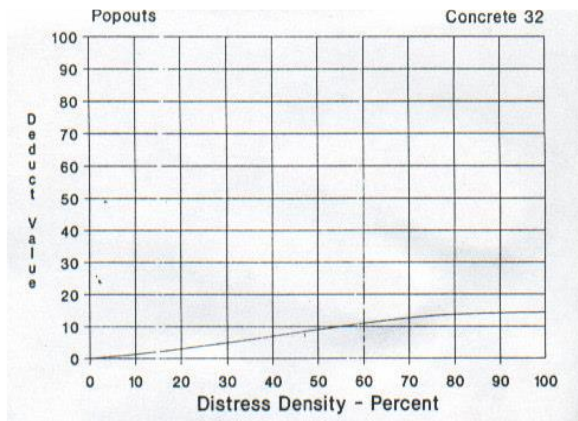
**Opciones de Reparación**

L, M y H: no se hace nada.

**Popout**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos equivalentes a las curvas**

| VALOR DEDUCIDO |       |
|----------------|-------|
| DENSIDAD       | L,M,H |
| 0.00           | 0.00  |
| 5.00           | 0.70  |
| 10.00          | 1.50  |
| 15.00          | 2.30  |
| 20.00          | 3.20  |
| 25.00          | 4.00  |
| 30.00          | 4.80  |
| 35.00          | 5.70  |
| 40.00          | 6.70  |
| 45.00          | 8.00  |
| 50.00          | 9.10  |
| 55.00          | 10.10 |
| 60.00          | 11.10 |
| 65.00          | 11.90 |
| 70.00          | 12.70 |
| 75.00          | 13.40 |
| 80.00          | 13.90 |
| 85.00          | 14.10 |
| 90.00          | 14.30 |
| 95.00          | 14.40 |
| 100.00         | 14.60 |

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 17. *Falla- Bombeo.*

**33. Bombeo.**

**Descripción:** El *bombeo* es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El *bombeo* puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas.

El *bombeo* cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El *bombeo* también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando perdida de soporte.

**Niveles de Severidad**

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

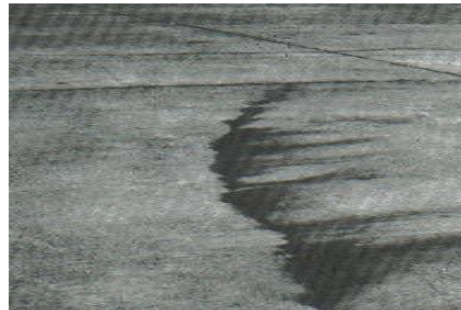
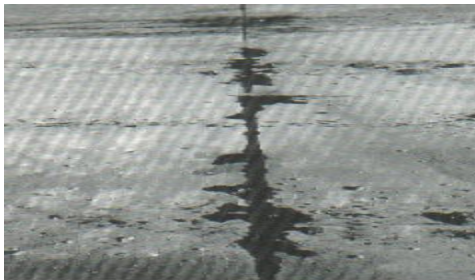
**Medida**

El *bombeo* de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas.

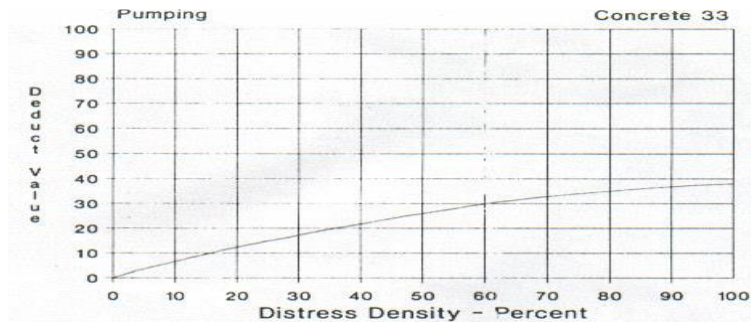
**Opciones de Reparación**

L, M y H: sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.

**Bombeo.**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 18. Falla-Punzonamiento.

**34. Punzonamiento.**

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

**Niveles de Severidad**

| Severidad de la mayoría de las grietas | Número de pedazos |       |          |
|--|-------------------|-------|----------|
|  | 2 a 3             | 4 a 5 | Más de 5 |
| L                                      | L                 | L     | M        |
| M                                      | L                 | M     | H        |
| H                                      | M                 | H     | H        |

**Medida**

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

**Opciones de Reparación**

L: no se hace nada. Sellado de grietas, M: parcheo profundo.

H: parcheo profundo

**Punzonamiento de baja severidad**



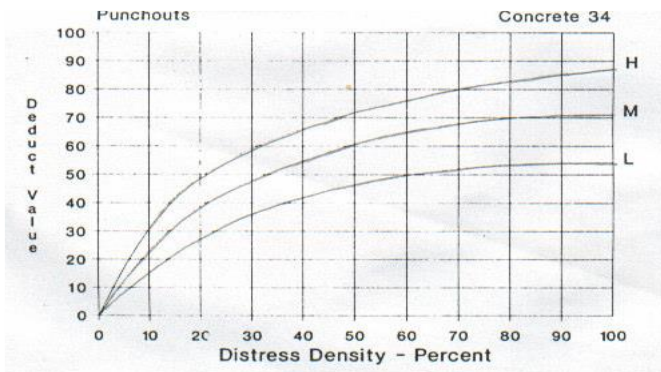
**Punzonamiento de severidad media**



**Punzonamiento de alta severidad**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos equivalentes a las curvas**

| DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO |         |       |
|----------|----------------|---------|-------|
|          | LEVE           | MEDIANA | ALTA  |
| 0.00     | 0.00           | 0.00    | 0.00  |
| 5.00     | 7.30           | 11.60   | 15.60 |
| 10.00    | 14.50          | 22.90   | 31.80 |
| 15.00    | 21.60          | 32.30   | 41.90 |
| 20.00    | 27.36          | 39.00   | 49.10 |
| 25.00    | 31.90          | 44.20   | 54.60 |
| 30.00    | 35.60          | 48.40   | 59.20 |
| 35.00    | 38.80          | 52.00   | 63.00 |
| 40.00    | 41.50          | 55.10   | 66.30 |
| 45.00    | 43.90          | 57.80   | 69.30 |
| 50.00    | 46.10          | 60.30   | 71.90 |
| 55.00    | 48.10          | 62.50   | 74.30 |
| 60.00    | 49.80          | 64.50   | 76.40 |
| 65.00    | 51.50          | 66.40   | 78.40 |
| 70.00    | 52.70          | 68.00   | 80.30 |
| 75.00    | 53.30          | 68.90   | 82.00 |
| 80.00    | 53.60          | 69.40   | 83.40 |
| 85.00    | 53.90          | 69.90   | 84.30 |
| 90.00    | 54.20          | 70.30   | 85.10 |
| 95.00    | 54.50          | 70.80   | 86.00 |
| 100.00   | 54.80          | 71.20   | 86.80 |

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 19. *Falla-Cruce de vía férrea.*

**35. Cruce de vía férrea.**

**Descripción:** El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

**Niveles de Severidad**

**Medida**

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

M: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

**Opciones de Reparación**

L: no se hace nada.

M: parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

H: parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

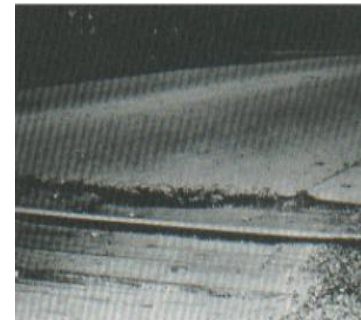
**Cruce de vía férrea de baja severidad**



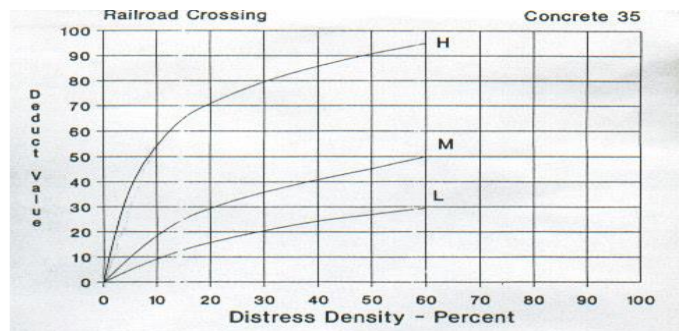
**Cruce de vía férrea de severidad media**



**Cruce de vía férrea de alta severidad**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 20. Falla-Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado

**36. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.**

**Descripción:** El *mapa de grietas o craquelado (crazing)* se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las *grietas* tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el *descamado*, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El *descamado* también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

**Niveles de Severidad**

L: El *craquelado* se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie esta en buena condición con solo un *descamado* menor presente.

M: La losa está *descamada*, pero menos del 15% de la losa está afectada.

H: La losa esta *descamada* en más del 15% de su área.

**Medida**

Una losa *descamada* se contabiliza como una losa. El *craquelado* de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el *descamado* potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

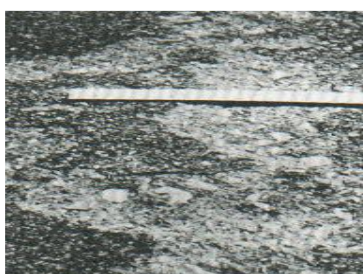
**Opciones de Reparación**

L: no se hace nada., M: no se hace nada. Reemplazo de la losa., H: parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.

**Desconchamiento/mapa de grietas/ craquelado baja severidad**



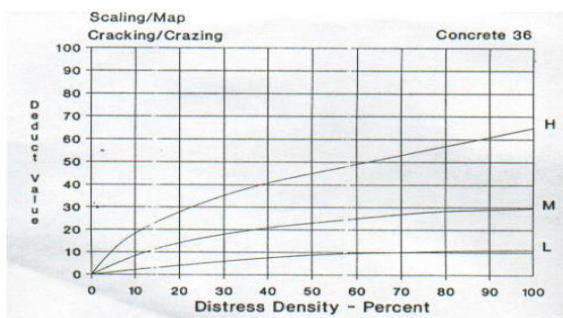
**Desconchamiento/mapa de grietas/ craquelado severidad media**



**Desconchamiento/mapa de grietas/ craquelado severidad alta**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos equivalentes a las curvas**

| DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO |         |       |
|----------|----------------|---------|-------|
|          | LEVE           | MEDIANA | ALTA  |
| 0.00     | 0.00           | 0.00    | 0.00  |
| 5.00     | 1.20           | 4.20    | 9.30  |
| 10.00    | 2.10           | 8.00    | 17.30 |
| 15.00    | 3.80           | 11.90   | 24.20 |
| 20.00    | 5.00           | 14.60   | 29.10 |
| 25.00    | 5.90           | 16.70   | 33.00 |
| 30.00    | 6.70           | 18.50   | 36.10 |
| 35.00    | 7.30           | 20.00   | 38.70 |
| 40.00    | 7.90           | 21.20   | 41.00 |
| 45.00    | 8.30           | 22.40   | 43.00 |
| 50.00    | 8.80           | 23.40   | 44.80 |
| 55.00    | 9.20           | 24.30   | 47.00 |
| 60.00    | 9.50           | 25.10   | 49.20 |
| 65.00    | 9.90           | 25.90   | 51.20 |
| 70.00    | 10.20          | 26.60   | 53.20 |
| 75.00    | 10.50          | 27.30   | 55.20 |
| 80.00    | 10.70          | 27.90   | 57.30 |
| 85.00    | 11.00          | 28.50   | 59.30 |
| 90.00    | 11.20          | 29.00   | 61.30 |
| 95.00    | 11.40          | 29.50   | 63.30 |
| 100.00   | 11.70          | 30.00   | 65.30 |

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 21. *Falla-Grietas de retracción.*

**37. Grietas de retracción.**

**Descripción:** Son *grietas capilares* usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

**Niveles de Severidad**

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

**Opciones de Reparación**

L, M y H: no se hace nada.

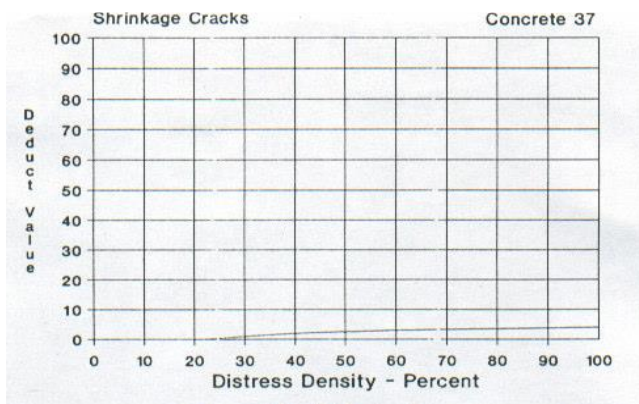
**Medida**

Si una o más *grietas de retracción* existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con *grietas de retracción*.

**Grietas de contracción.**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos equivalentes a las curvas**

| VALOR DEDUCIDO |      |
|----------------|------|
| DENSIDAD       | LEVE |
| 0.00           |      |
| 5.00           |      |
| 10.00          |      |
| 15.00          |      |
| 20.00          |      |
| 25.00          | 0.50 |
| 30.00          | 1.00 |
| 35.00          | 1.40 |
| 40.00          | 1.80 |
| 45.00          | 2.10 |
| 50.00          | 2.40 |
| 55.00          | 2.60 |
| 60.00          | 2.90 |
| 65.00          | 3.10 |
| 70.00          | 3.30 |
| 75.00          | 3.50 |
| 80.00          | 3.60 |
| 85.00          | 3.80 |
| 90.00          | 4.00 |
| 95.00          | 4.10 |
| 100.00         | 4.30 |

Fuente: (Shahin, 2005)

Tabla 22. *Falla-Descascaramiento de esquina.*

**38. Descascaramiento de esquina.**

**Descripción:** Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un *descascaramiento de esquina* difiere de la *grieta de esquina* en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un *descascaramiento* menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

**Niveles de Severidad**

En el Cuadro en la parte de abajo se listan los niveles de severidad para el *descascaramiento de esquina*. El *descascaramiento de esquina* con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

| Profundidad del descascaramiento | Dimensiones de los lados del descascaramiento |                        |
|----------------------------------|---|------------------------|
|                                  | 127x127 mm a 305x305 mm                       | Mayor que 305 x 305 mm |
| Menor de 25 mm                   | L   | L                      |
| > 25 mm a 51 mm                  | L   | M                      |
| Mayor de 51 mm                   | M   | H                      |

**Medida**

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con la mayor nivel de severidad.

**Opciones de Reparación**

- L: no se hace nada.
- M: parcheo parcial.
- H: parcheo parcial.

**Descascaramiento de esquina de baja severidad**



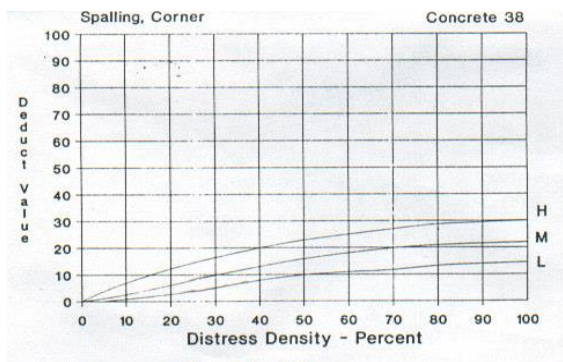
**Descascaramiento de esquina de severidad media**



**Descascaramiento de esquina de alta severidad**



**Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad**



**Valores deducidos equivalentes a las curvas**

| VALOR DEDUCIDO |       |         |       |
|----------------|-------|---------|-------|
| DENSIDAD       | LEVE  | MEDIANA | ALTA  |
| 0.00           | 0.00  | 0.00    | 0.00  |
| 5.00           | 0.50  | 1.60    | 3.30  |
| 10.00          | 1.30  | 3.10    | 7.00  |
| 15.00          | 2.00  | 4.70    | 10.10 |
| 20.00          | 2.70  | 5.90    | 13.20 |
| 25.00          | 4.40  | 8.30    | 15.70 |
| 30.00          | 5.80  | 10.20   | 17.70 |
| 35.00          | 6.90  | 11.90   | 19.30 |
| 40.00          | 8.00  | 13.30   | 20.80 |
| 45.00          | 8.90  | 14.50   | 22.10 |
| 50.00          | 9.70  | 15.60   | 23.20 |
| 55.00          | 10.40 | 16.70   | 24.30 |
| 60.00          | 11.10 | 17.60   | 25.20 |
| 65.00          | 11.70 | 18.40   | 26.10 |
| 70.00          | 12.20 | 19.20   | 26.90 |
| 75.00          | 12.80 | 19.90   | 27.60 |
| 80.00          | 13.30 | 20.60   | 28.30 |
| 85.00          | 13.70 | 21.30   | 29.00 |
| 90.00          | 14.20 | 21.90   | 29.60 |
| 95.00          | 14.60 | 22.40   | 30.20 |
| 100.00         | 15.00 | 23.00   | 30.80 |

Fuente: (Shahin, 2005)



Tabla 23. *Falla- Descascaramiento de junta.*

### 39. Descascaramiento de junta.

**Descripción:** Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

#### Niveles de Severidad

En el Cuadro siguiente se ilustran los niveles de severidad para *descascaramiento de junta*. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

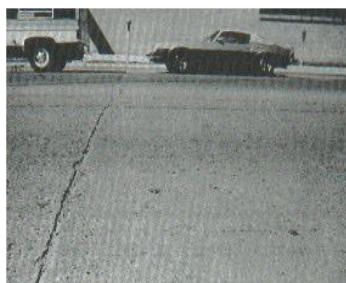
#### Niveles de severidad de descascaramiento de Junta

| Fragmentos del Descascaramiento   | Ancho del descascaramiento | Longitud del descascaramiento |         |
|---|----------------------------|-------------------------------|---------|
|   |                            | < 0.6m                        | > 0.6 m |
| Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).  | < 102 mm                   | L                             | L       |
|   | > 102 mm                   | L                             | L       |
| Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0 mm. | < 102 mm                   | L                             | M       |
|   | >102 mm                    | L                             | M       |
| Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.   | < 102 mm                   | L                             | M       |
|   | > 102 mm                   | M                             | H       |

#### Opciones de Reparación

L: no se hace nada, M: parcheo parcial, H: parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

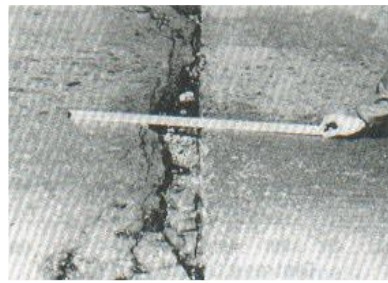
**Descascaramiento de junta de baja severidad.**



**Descascaramiento de junta de severidad media.**



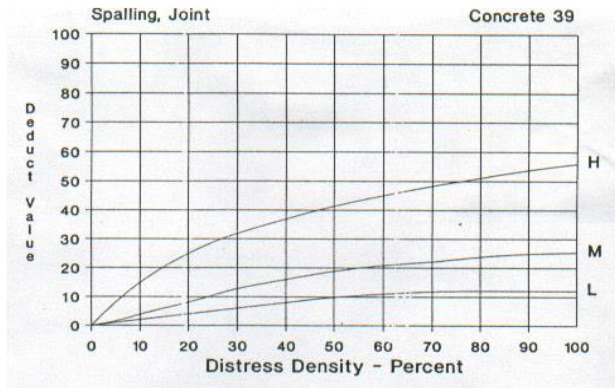
**Descascaramiento de junta de alta severidad.**



#### Medida

Si el *descascaramiento* se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con *descascaramiento de junta*. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El *descascaramiento de junta* también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con *descascaramiento de junta*.

### Curva de valores deducidos para diferentes niveles de severidad



### Valores deducidos equivalentes a las curvas

| DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO |         |       |
|----------|----------------|---------|-------|
|          | LEVE           | MEDIANA | ALTA  |
| 0.00     | 0.00           | 0.00    | 0.00  |
| 5.00     | 1.40           | 2.00    | 7.00  |
| 10.00    | 2.40           | 4.00    | 13.40 |
| 15.00    | 3.20           | 6.10    | 19.70 |
| 20.00    | 4.20           | 8.30    | 24.20 |
| 25.00    | 5.40           | 10.80   | 28.50 |
| 30.00    | 6.50           | 12.80   | 31.90 |
| 35.00    | 7.63           | 14.50   | 34.90 |
| 40.00    | 8.10           | 16.00   | 37.40 |
| 45.00    | 8.80           | 17.30   | 39.70 |
| 50.00    | 9.40           | 18.40   | 41.70 |
| 55.00    | 9.90           | 19.50   | 43.50 |
| 60.00    | 10.40          | 20.40   | 45.20 |
| 65.00    | 10.90          | 21.30   | 46.70 |
| 70.00    | 11.30          | 22.10   | 48.10 |
| 75.00    | 11.70          | 22.90   | 49.40 |
| 80.00    | 12.10          | 23.60   | 50.60 |
| 85.00    | 12.40          | 24.20   | 51.80 |
| 90.00    | 12.70          | 24.90   | 52.90 |
| 95.00    | 13.00          | 25.50   | 53.90 |
| 100.00   | 13.30          | 26.00   | 54.90 |

Fuente: (Shahin, 2005)

### 3.8.4. Procedimiento de evaluación con el método PCI

#### 3.8.4.1. Definición de la dimensión de la Unidad de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura como se muestra en la tabla 24 (Vásquez, 2002 p.3) :

Tabla 24. *Tamaño de muestra según tipo de pavimento*

| Tipo de Pavimento | Tamaño de Muestra  |                    |                    |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                   | Ideal              | Mínimo             | Máximo             |
| Rígido            | 20 losas           | 12 losas           | 28 losas           |
| Flexible          | 450 m <sup>2</sup> | 270 m <sup>2</sup> | 630 m <sup>2</sup> |
| Mixto             |                    |                    |                    |

Fuente: (Vásquez, 2002)

Por lo tanto, para esta investigación se considera una Carretera con capa de rodadura con losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: teniendo como tamaño de unidad de muestreo un rango  $20 \pm 8$  losas especificada en la tabla 24.

#### 3.8.4.2. Determinación de las Unidades mínimas de Muestreo para Evaluación

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

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una adecuada estimación estadística de confiabilidad del 95%. (Vásquez, 2002, p.4)

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

Donde:

**n** = factor mínimo de unidades de muestra

**N** = número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

**e** = Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ( $e = \pm 5\%$ )

**$\sigma$**  = Desviación estándar del valor PCI entre las unidades.

La norma (ASTM D 6433) indica que durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $\sigma$ ) del PCI siendo de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse; el valor mínimo de “n” de la formula ecuación 1 será 5, es decir que al calcular debe dar como unidades a evaluar  $n \geq 5$ , Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), *todas las unidades deberán evaluarse.* (Vásquez, 2002)

### 3.8.4.3. Selección de las unidades de muestreo para inspección

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera (Vásquez,2002, p.5):

- a. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

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

**N:** Número total de unidades de muestreo disponible.

**n:** Número mínimo de unidades para evaluar.

**i:** Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

#### **3.8.4.4. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “*cruce de línea férrea*”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “*unidad adicional*” en lugar de una “*unidad representativa*” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

#### **3.8.4.5. Cálculo del PCI de la unidad de muestra**

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utilizó para calcular el PCI. El cálculo se realizó manual y computarizado y se basó en los “*Valores Deducidos*” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

##### **a. Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Portland:**

##### **Etapa 1.** Cálculo de los Valores Deducidos (q).

- 1.a.** Se contabilizó el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad tal como se ve en la Tabla del ANEXO 1.
- 1.b.** Luego, se dividió el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
- 1.c.** Se determinaron los valores deducidos, para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “*Valor Deducido de Daño*” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

##### **Etapa 2.** Cálculo del número admisible máximo de valores deducidos (m)

- 2.a.** Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es  $> 2$ , se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la *Etapa 4*. De lo contrario, deben seguirse los pasos **2.b** y **2.c**.

**2.b.** Ordenar los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

**2.c.** Determinar el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” ( $m_i$ ), utilizando la Ecuación 3 (Para Carreteras Pavimentadas):

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3}$$

Donde:

**$m_i$ :** número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

**$HDV_i$ :** *el mayor valor deducido individual ( $q_{máz}$ ):* para la unidad de muestreo  $i$ .

**2.d.** El número de valores individuales deducidos se reduce a “ $m$ ”, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que  $m$  se utilizan todos lo que se tengan.

**Etapas 3.** Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determinó mediante el siguiente proceso iterativo:

- a. Se determinó el número de valores deducidos,  $q$ , mayores que 2.0.
- b. Se determinó el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- c. Se determinó el CDV con  $q$  y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- d. Se redujo a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y se repitieron las etapas **a** y **c** hasta que  $q$  sea igual a 1.
- e. El máximo CDV fue el mayor valor obtenido en este proceso.

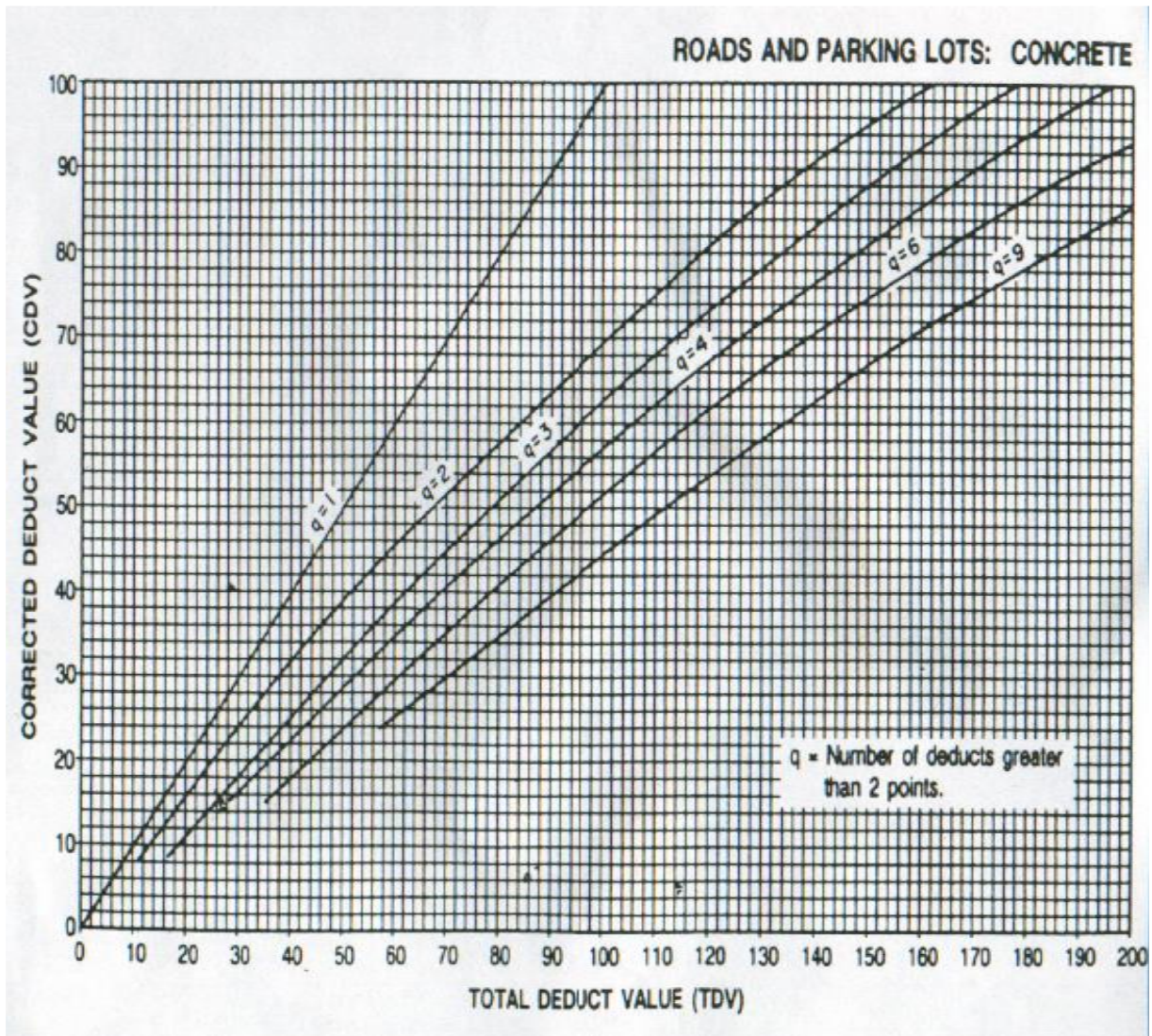


Figura 7. Curva de corrección de valores deducidos “q” para Pavimento Rígido (Fuente; ASTM D 6433 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys))

En la Figura 8 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

| No. | Valores Deducidos |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|-----|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |   |     |
| 2   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |   |     |
| 3   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |   |     |
| 4   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |   |     |

Figura 8. Formato para las iteraciones del cálculo del CDV (Fuente; (Vasquez,2002))

| TOTAL DE VALOR DEDUCIDO | VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS |        |        |        |       |       |
|-------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
|                         | q1                           | q2     | q3     | q4     | q6    | q9    |
| 0.00                    | 0.00                         |        |        |        |       |       |
| 10.00                   | 10.00                        |        |        |        |       |       |
| 11.00                   | 11.00                        | 8.00   |        |        |       |       |
| 16.00                   | 16.00                        | 12.40  | 8.00   |        |       |       |
| 20.00                   | 20.00                        | 16.00  | 11.00  |        |       |       |
| 27.00                   | 27.00                        | 21.90  | 15.90  | 14.00  |       |       |
| 30.00                   | 30.00                        | 24.50  | 18.00  | 16.00  |       |       |
| 35.00                   | 35.00                        | 28.50  | 21.70  | 19.20  | 15.00 |       |
| 40.00                   | 40.00                        | 32.00  | 25.40  | 22.50  | 18.00 |       |
| 50.00                   | 50.00                        | 39.50  | 32.00  | 29.00  | 24.00 |       |
| 57.00                   | 57.00                        | 44.00  | 36.90  | 33.40  | 28.20 | 24.00 |
| 60.00                   | 60.00                        | 46.00  | 38.50  | 35.20  | 30.00 | 25.00 |
| 70.00                   | 70.00                        | 52.50  | 45.00  | 41.00  | 36.00 | 30.00 |
| 80.00                   | 80.00                        | 58.50  | 51.40  | 47.00  | 41.50 | 35.00 |
| 90.00                   | 90.00                        | 64.50  | 57.40  | 52.50  | 47.00 | 39.20 |
| 100.00                  | 100.00                       | 70.00  | 63.00  | 58.00  | 52.00 | 44.00 |
| 110.00                  |                              | 75.50  | 68.50  | 63.00  | 57.00 | 49.00 |
| 120.00                  |                              | 81.00  | 74.00  | 67.80  | 62.00 | 53.00 |
| 130.00                  |                              | 86.00  | 78.90  | 72.50  | 66.50 | 58.00 |
| 140.00                  |                              | 90.50  | 84.00  | 77.00  | 71.00 | 62.50 |
| 150.00                  |                              | 95.00  | 88.40  | 81.50  | 75.00 | 67.00 |
| 160.00                  |                              | 99.50  | 93.00  | 85.50  | 79.00 | 71.00 |
| 161.00                  |                              | 100.00 | 93.40  | 86.00  | 79.40 | 71.40 |
| 170.00                  |                              |        | 97.00  | 89.60  | 83.00 | 75.00 |
| 177.00                  |                              |        | 100.00 | 92.60  | 85.10 | 77.80 |
| 180.00                  |                              |        |        | 94.00  | 86.00 | 79.00 |
| 190.00                  |                              |        |        | 98.00  | 90.00 | 82.50 |
| 195.00                  |                              |        |        | 99.50  | 91.50 | 84.30 |
| 200.00                  |                              |        |        | 100.00 | 93.00 | 86.00 |

Figure 9. Valores equivalentes a la curva de corrección general de valores deducidos  
Fuente: (Vásquez, 2002)

**Etapa 4.** Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CDV.

Se calcula el PCI de la unidad mediante la siguiente ecuación:

$$PCI = 100 - \max VDC \quad (\text{Ecuación 4})$$

### 3.9. Desarrollo de Trabajo de Campo

Una vez definidas las dimensiones del análisis a efectuarse, se hizo una visita de campo entre los días 30 de noviembre y 10 de diciembre del 2019, materializando así las observaciones, mediciones y toma de muestras que fueron necesarias desarrollar, acorde a la metodología PCI, apoyados en todo momento del catálogo de fallas (Tabla 10) para pavimentos rígidos usado como fuente para identificar y definir los tipos de daños presentes y así poder anotarlos en las hojas de registro que facilita el método.

Cabe resaltar que por la presencia de altos volúmenes de tránsito durante el día, se trabajó por la noche lo que se consideró como parte del proceso la utilización de elementos de seguridad tales como, cono de seguridad, casco y paleta de señalización.

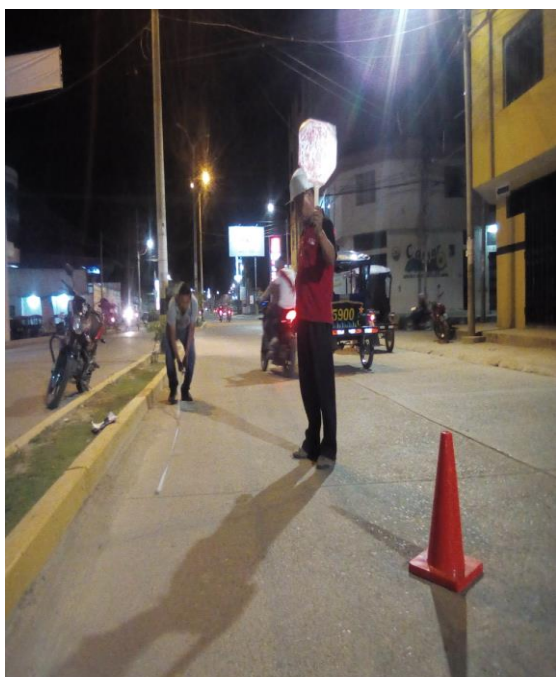


Figure 10. Medición de dimensiones de paños utilizando elementos de seguridad

| DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS                         | CODIGO | RANGOS DE MEDICIÓN / NIVELES DE SEVERIDAD               |   |  |
|--|--------|---|---|--|
|  |        | Leve (L)  | Mediana (M)   | Alta (H)   |
| Blowup/ Buckling   | 21     | Sin medición (S/M)                                      | S/M   | S/M  |
| Grieta de esquina  | 22     | Sin unidad de medida (S,U/M)                            | (S, U)/M  | (S,U)/M  |
| Losa dividida  | 23     | 4-5 pedazos   | 6-8 pedazos   | >a 8 pedazos   |
| Grieta de Durabilidad "D"                                  | 24     | Cubren < 15% área de losa y pocos pedazos se desprenden | < 15% y mayoría de pedazos se desprenden, > 15% área de la losa y pocos pedazos se desprenden | > 15 % de área de losa y la mayoría de pedazos se desprenden |
| Escala   | 25     | De 3-10mm diferencia de elevación                       | De 10-19mm diferencia de elevación  | > 19mm de diferencia de elevación                            |
| Daño de Sello de junta                                     | 26     | Daño menor (S,U/M)                                      | Uno o más tipo de daño, grado moderado (S,U/M)  | Uno o más tipo de daño, grado severo (S,U/M)                 |
| Desnivel Carril/ Berma                                     | 27     | 25-51mm desnivel Pavim. /Berma                          | 51-102 mm desnivel Pavim. /Berma  | > 102 mm desnivel Pavim. /Berma                              |
| Grietas Lineales (G. Longitudinales, Lineales, diagonales) | 28     | Ancho < 12mm  | Ancho entre 12-51mm   | Ancho > 51mm   |
| Parcho Grande (Mayor a 0.45 m <sup>2</sup> )               | 29     | Parcho funciona bien                                    | Parcho deteriorado  | Parcho Dañado  |
| Parcho Pequeño (Menor a 0.45 m <sup>2</sup> )              | 30     | Parcho funciona bien                                    | Parcho deteriorado  | Parcho dañado  |
| Pulimiento de Agregados                                    | 31     | S,U/M   | S,U/M   | S,U/M  |
| Popouts  | 32     | D < 25mm  | D entre 25-102mm  | D > 102mm  |
| Bombeo   | 33     | S,U/M   | S,U/M   | S,U/M  |
| Punzonamiento  | 34     | 2 a 3 pedazos   | 4 a 5 pedazos   | > a 5 pedazos  |
| Cruce de vía Férrea  | 35     | S,U/M   | S,U/M   | S,U/M  |
| Descamamiento, Mapa de Grietas, Craquelado                 | 36     | Solo descamado menor                                    | Descamado < a 15%   | Descamado > a 15%  |
| Grietas de Retracción                                      | 37     | S,U/M   | S,U/M   | S,U/M  |
| Descascaramiento de Esquina                                | 38     | Profun. <25mm   | Profun. 25-51 mm  | Profun. > 51 mm  |
| Descascaramiento de Junta                                  | 39     | <(ancho 102/largo 600mm                                 | Ancho 102/600mm largo   | Ancho >102/600mm largo                                       |

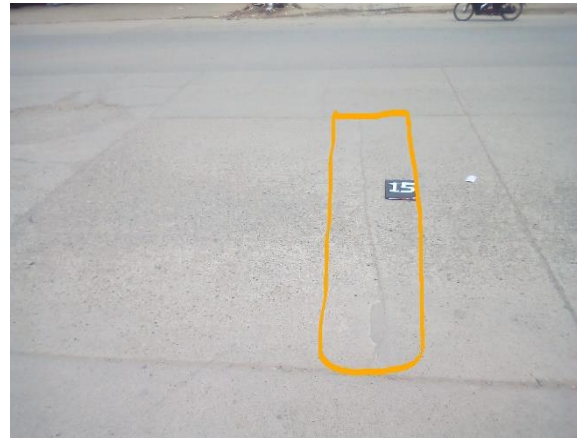
Figure 11. Resumen de catálogo de falla

Luego de ilustrar mediante figuras parte del proceso realizado, se muestran a continuación algunas fallas superficiales que se evidencian en el pavimento, siendo mostradas en las Figuras 12, 13, 14, 15, 16.





*Figure 12.* Falla-grieta longitudinal



*Figure 13.* Falla-grieta transversal



*Figure 14.* Falla-Desconchamiento



*Figure 16.* Falla-Mapa de grietas



*Figure 15.* Falla-Pulimiento de agregados

### 3.10. Indicadores del estado superficial del pavimento mediante mediciones físicas

Se establece en este punto la determinación de la calidad para la calzada, según las elevaciones y depresiones que afectan el confort y transitabilidad del pavimento. La evaluación del grado de irregularidad de una carretera se realizó en sentido longitudinal. (Roca, 2016, p.27)

Los principales indicadores de medición física del estado superficial del pavimento determinados fueron:

#### 3.10.1. Rugosidad y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

La determinación de la rugosidad de un pavimento se basó en el concepto de la especificación técnica ASTM E 867, el mismo que define a la rugosidad como la distribución de las desviaciones en la superficie de un pavimento respecto de una cuerda promedio que representa a una superficie plana teórica idealizada como un pavimento ideal.

Para determinar la rugosidad se usó el equipo MERLIN (ver ANEXO 20) el cual mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante formada por dos puntos fijos inferiores A y B extremos del equipo MERLIN, donde se asume que existe un perfil relativo de pavimento ideal, para el cual la rugosidad es cero (Figura 17). El desplazamiento es conocido como “la desviación respecto a la cuerda promedio”. (Quispe Arias, 2010)

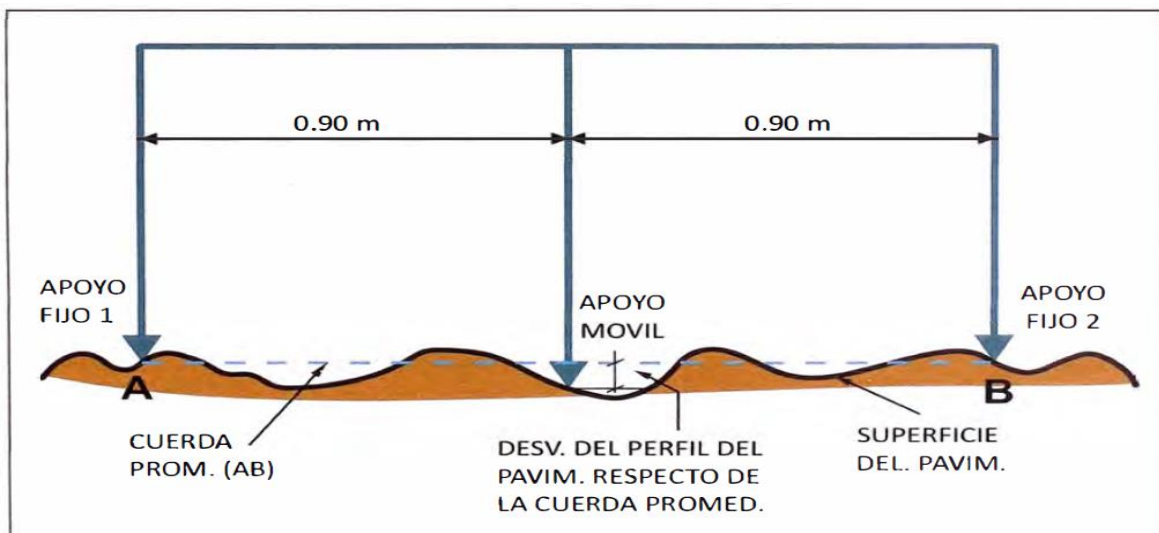


Figura 17. Esquema del funcionamiento del Rugosímetro MERLIN (Fuente; (Quispe Arias, 2010, p.31))

La longitud de la cuerda promedio es 1.80 m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía, considerando un intervalo constante de 2 m entre cada medición, lo que permite cubrir una longitud de 400 metros de carretera, todo esto para poder definir un valor de IRI. Para dichas condiciones se tiene que, a mayor rugosidad de la superficie mayor es la variabilidad de los desplazamientos.

El MERLIN posee una hoja que registra los movimientos del puntero, el cual permite conocer los valores típicos de la rugosidad del pavimento (ver ANEXO 21). Consiste en una escala gráfica con 50 divisiones, de 5 mm de espesor cada una, que va adherida en el borde del tablero sobre el cual se desliza el puntero.

Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad. El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el Rango de la muestra (D), determinado luego de efectuar una depuración del 10% de observaciones (10 datos en cada cola del histograma) (Ver Figura 18). El valor "D" es la rugosidad del pavimento en "unidades MERLIN". (Quispe Arias, 2010, pp. 31-32)

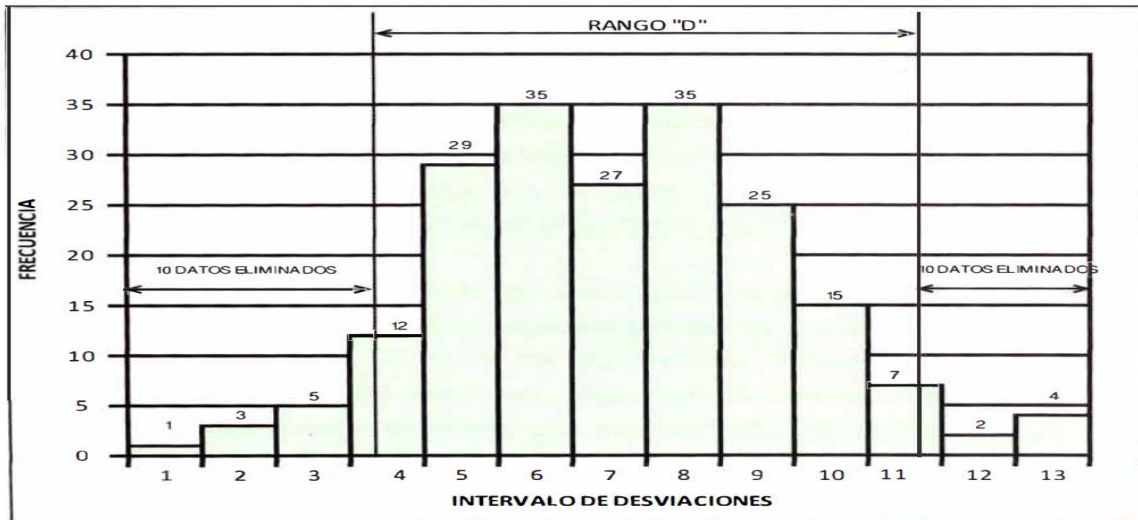


Figura 18. Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones (mediciones Consecutivas) (Fuente; (Quispe Arias, 2010, p.32))

En la Figura 19, la superficie del pavimento se representa por la línea sinuosa, mientras que la línea horizontal representaría la superficie plana teórica.

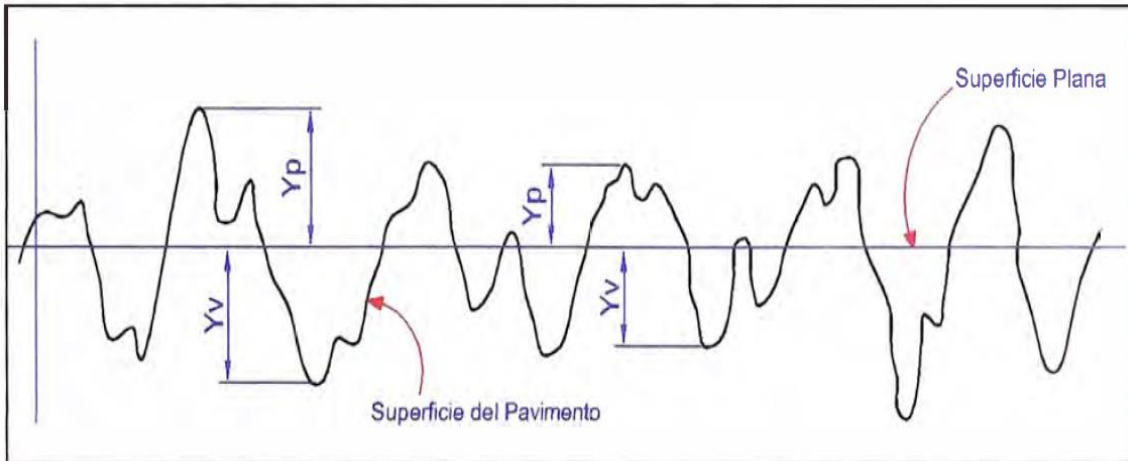


Figura 19. Representación de la Rugosidad del Pavimento (Fuente; (Quispe Arias, 2010, p.24))

En resumen, la regularidad o rugosidad es la suma de las alteraciones de la superficie del pavimento por unidad de longitud, lo que es percibido por el usuario como el confort de marcha, el referente más usado como unidad de medida es Índice de Rugosidad Internacional (IRI) (Quispe Arias, 2010,p.24).

La superficie de los pavimentos reales, como consecuencia de las cargas y del efecto abrasivo del tráfico; así como, por limitaciones constructivas, presentan diferencias con respecto a dicha “línea de perfil ideal”. En la medida que las diferencias sean menores, más se acercará el pavimento a la condición ideal, y, en consecuencia, su rugosidad tenderá a cero. (Aguila Rodríguez, 1999, p.4)

### 3.10.1.1. Correlación D vs IRI

Para relacionar la rugosidad determinada con el MERLIN con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es el parámetro utilizado para uniformizar los resultados provenientes de la gran diversidad de equipos que existen en la actualidad, se utilizan las siguientes expresiones:

- $2.4 < IRI < 15.9$  o  $D > 50\text{mm}$ ; luego, **IRI = 0.593 + 0.0471 x D.....( 1)**
- $IRI < 2.4$ , o  $D < 50 \text{ mm}$ ; luego, **IRI = 0.0485 x D.....(2)**

La expresión 1 es la ecuación original establecida por el TRRL mediante simulaciones computarizadas, utilizando una base de datos proveniente del Ensayo Internacional sobre Rugosidad realizado en Brasil en 1982. (Quispe Arias, 2010, p. 33)

### 3.10.1.2. Índice de Regularidad Internacional (INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX - IRI).

El IRI es un indicador estadístico de la irregularidad superficial del pavimento, que representa la diferencia entre el perfil longitudinal teórico (recta o parábola continua perfecta,  $IRI = 0$ ) y el perfil longitudinal real existente en el instante de la medida, para una huella de neumático sobre el pavimento. (Roca, 2016, p.27). Las diferencias entre los perfiles (irregularidades) obedecen principalmente al proceso constructivo y a la utilización de la carretera.

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI–Internacional Roughness Index), se expresa en metros por kilómetro (m/km) o milímetros por metro (mm/m) para mediciones de prueba; existen instrumentos de medición que emplean unidades inglesas, tales como pulgadas/milla terrestre, en inglés: (in/mile ó in/mi) Siendo su equivalencia la siguiente: **1m/Km = 63.36 in/mile**. (González Del Aguila, 2009)

A partir de la implementación de las especificaciones técnicas generales para la construcción de las carreteras EG-2000, se establecieron para el país controles de recepción del IRI en función al tipo de superficie construido: 2.0 m/Km para mezcla asfáltica en caliente y lechadas asfálticas, 2.5 m/Km para tratamientos superficiales y 3.0 m/Km para pavimentos de concreto hidráulico. Es importante tener en cuenta que se debe evitar cualquier alteración del perfil longitudinal de la carretera que no provenga de fallas constructivas y que incremente el valor del IRI en el tramo en que se encuentra. Entre ellas se pueden citar: puentes, badenes, tapas de alcantarillas, gibas, etc. que alteren el perfil del camino. (Sachún Quispe J.E.N, 2016)

- **Escala y características**

La escala de IRI inicia desde cero, para una ruta perfecta sin rugosidad, y cubre números positivos que crecen en forma proporcional a la rugosidad del perfil. Cuanto menor es este índice, mejor es la regularidad superficial;

Valores del  $IRI < 2$  m/Km indican una buena regularidad superficial. El rango de la escala del IRI para un camino pavimentado es de 0 a 12 m/km (0 a 760 in/mi), donde 0: *superficie perfectamente uniforme* y 12: *camino pavimentado intransitable*. (Vargas, 2009)

La siguiente figura muestra los valores típicos de IRI:

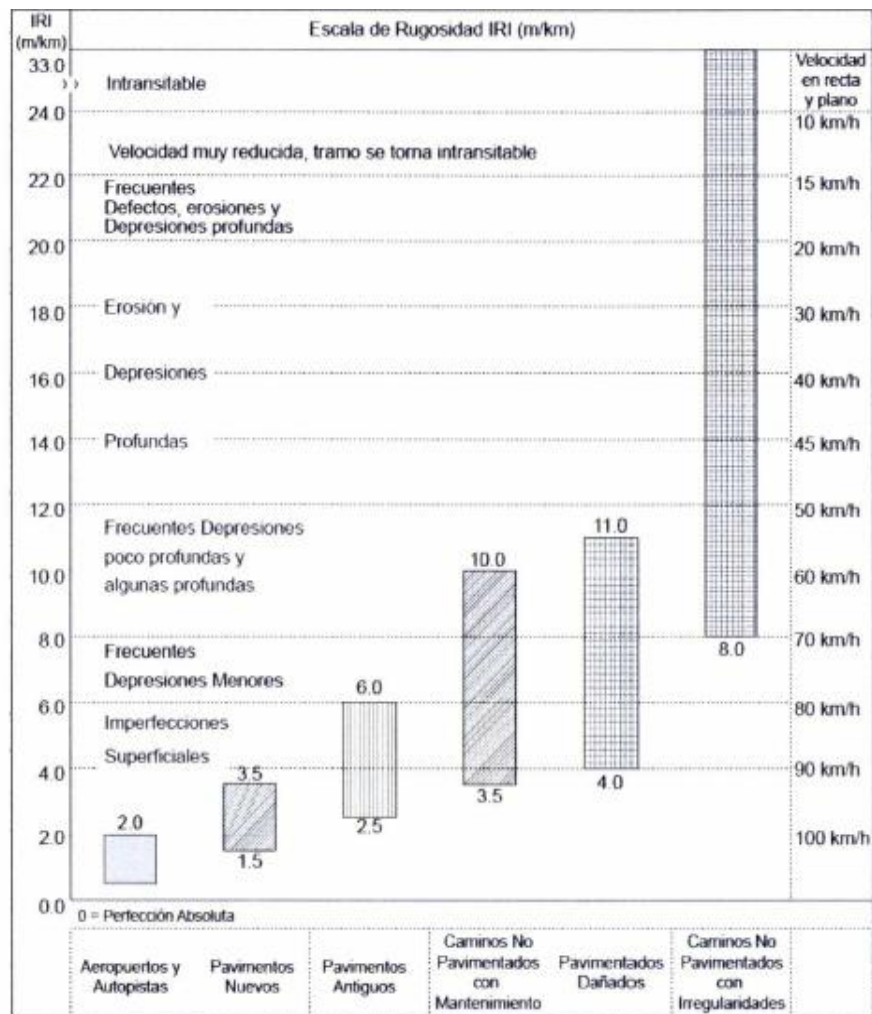


Figura 20. Escala de Rugosidad IRI (m/Km) (Fuente: "Manual de Carreteras" Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos ;Sección suelos y Pavimentos, 2014, p.(170))

### 3.10.2. Serviciabilidad y el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

Considerando el alto grado de correlación existente entre las calificaciones de serviciabilidad por parte del usuario y ciertas variables que miden cuantitativamente el deterioro físico del pavimento, se estableció el concepto inicial de serviciabilidad (en términos de la opinión del usuario, PSR), que posteriormente fue reemplazado por el índice de serviciabilidad presente (PSI) calculado según ciertos parámetros medidos con absoluta objetividad, el cual establece la condición funcional o capacidad de servicio actual del pavimento, mediante una escala de evaluación de 0 a 5. Los pavimentos fueron calificados con notas cuyos valores extremos variaban desde 0, para un camino intransitable, hasta 5 para una superficie en perfectas condiciones (situación ideal). (MTC, 2014)

Tabla 25. *Escala de Índice de Serviabilidad*

| Índice de Serviabilidad | Calidad   |
|-------------------------|-----------|
| 5                       | Muy Buena |
| 4                       |           |
| 3                       | Buena     |
| 2                       | Regular   |
| 1                       | Mala      |
| 0                       | Pésima    |

*Fuente:* (Ministerio de Transportes y comunicaciones [MTC], 2014, p.169)

Una vez establecido el PSI como un indicador objetivo de la serviabilidad de un pavimento, se desarrollaron investigaciones que permitieron establecer distintos modelos de correlación matemáticos para la estimación del PSI en función del IRI.

### 3.10.2.1. Índice de Serviabilidad Presente (PRESENT SERVICEABILITY INDEX - PSI)

La relación entre la serviabilidad y la rugosidad se estableció a partir del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y los resultados de PSR. Se establecieron ecuaciones que predijeron los valores de PSR a partir de mediciones objetivas como las de rugosidad, resultando el Índice de Serviabilidad Presente (PSI). (Quispe Arias, 2010)

En el Perú se utiliza el modelo empleado por Patterson en 1987:

$$PSI = 5 \times e^{\left(-\frac{IRI}{5.5}\right)} \text{ para } IRI < 12$$

Dónde:

IRI = Rugosidad, IRI (Internacional Roughness Index)

PSI= Índice de Serviabilidad Presente

Hay algunas características físicas del pavimento que pueden medirse objetivamente, entre estas están: Regularidad, agrietamiento, baches, ahuellamiento y que pueden relacionarse con las evaluaciones subjetivas. Este procedimiento permite obtener un Índice de Serviabilidad Presente (PSI). (Sachún Quispe J.E.N, 2016)

### **3.11. Ejecución del ensayo para la utilización del equipo MERLIN**

#### **3.11.1. Descripción del proceso y toma de datos**

El tramo estudiado en la carretera correspondió desde el puente en la avenida Pakamuros intersección con el pasaje Malecón como punto de inicio. Se realizó una visita a campo el día 18 de diciembre del 2019, para obtener medidas de la rugosidad con el equipo MERLIN. Medidas que se realizaron en el carril izquierdo y carril derecho del pavimento.

El tramo estudiado fue desde la progresiva KM 0+000 hasta la progresiva KM 1+300. Los datos de las 200 lecturas en una longitud de 400 metros, se utilizaron para obtener los valores del IRI. Las mediciones se realizaron en el horario nocturno debido a la poca afluencia vehicular.

Además, antes de empezar a tomar las mediciones se realizó la calibración del Rugosímetro MERLIN y factor de corrección: para esto se colocó el Rugosímetro sobre una superficie plana y se efectuó la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre el piso, luego se levanta el patín y se coloca la pastilla de calibración debajo de él, apoyándola sobre el piso, seguidamente se anota la lectura.

Para la ejecución de los ensayos se requirió de dos personas (autores de la investigación): un operador que condujo el equipo y realiza las lecturas y un auxiliar que las anota. Asimismo, se seleccionó un trecho de aproximadamente 400 m de longitud, sobre un determinado carril de una vía. Las mediciones se efectuaron siguiendo la huella exterior del tráfico, primero la del carril izquierdo y luego el derecho, efectuando tres pasadas para cada carril en cada tramo analizado. Además se consideraron una o dos personas adicionales que cumplieron la función de señalizadores, a fin de que alertaran a los transportistas del desarrollo del ensayo. (Quispe Arias, 2010, p.38)





*Figura 21:* Toma de muestras carril Izquierdo (Fuente; elaboración propia)

Para determinar un valor de rugosidad se efectuaron 200 observaciones de las "irregularidades que presenta el pavimento" (desviaciones relativas a la cuerda promedio), cada una de las cuáles fueron detectadas por el patín móvil del MERLIN, y que a su vez son indicadas por la posición que adopta el puntero sobre la escala graduada del tablero, generándose de esa manera las lecturas. Las observaciones se realizaron estacionando el equipo a intervalos regulares, generalmente cada 2.00 m de distancia. En la práctica esto se resolvió tomando como referencia la circunferencia de la rueda del MERLIN, que es aproximadamente esa dimensión, es decir, cada ensayo se realizó al cabo de una vuelta de la rueda. (Quispe Arias, 2010, pp.38-39)



*Figura 22.* Toma de muestras carril derecho.

En cada observación, el instrumento descansó sobre el camino apoyado en tres puntos fijos e invariables: la rueda, el apoyo fijo trasero y el estabilizador para ensayo, tal como se muestra en el Corte B-B (ver ANEXO 20). La posición que adopta el puntero correspondió a una lectura entre 1 y 50, la que se anotó en un formato de campo (ver ANEXO 22). El formato

consta de una cuadrícula compuesta por 20 filas y 10 columnas; empezando por el casillero (1,1), los datos se llenan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. (Quispe Arias, 2010, p.39)

El proceso de medición fue continuo y se realizó a una velocidad promedio de 2 km/h. La prueba se inició estacionando el equipo al inicio del trecho de ensayo, el operador esperó que el puntero se estabiliza y observó la posición que adoptó respecto de la escala colocada sobre el tablero, realizando así la lectura que fue anotada por el auxiliar. Paso seguido, el operador tomó el instrumento por las manijas, elevándolo y desplazándolo la distancia constante de 2.00 m entre un ensayo y otro (una vuelta de la rueda). En la nueva ubicación se repitió la operación explicada y así sucesivamente hasta completar las 200 lecturas.

El espaciado entre los ensayos no es un factor crítico, pero las lecturas se realizaron siempre estacionando la rueda en una misma posición, para lo cual se colocó una señal o marca llamativa sobre la llanta (con cinta adhesiva blanca), la que debió quedar siempre en contacto con el piso. Ello facilitó la labor del operador quién, una vez hecha la lectura, levantó el equipo y controló que la llanta girara una vuelta, haciendo coincidir nuevamente la marca sobre el piso. (Quispe Arias, 2010, p.39)

### **3.12. Análisis estadístico**

Se utilizó el programa Statistix 8.0 para relacionar las variables en estudio, generando los gráficos estadísticos de caja y bigote que permitieron obtener una relación predecible de la condición actual del pavimento y estipular los rangos de análisis del pavimento y el Excel para procesar los datos y generar gráficos. Se realizó el coeficiente de correlación de Pearson, para correlacionar las variables PCI, IRI y PSI con un nivel de significancia estadística de  $p: <0.05$ , mediante el programa Statistix 8.0.

## IV. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de esta investigación realizada en 1300 metros, correspondiente al tramo de pavimento rígido, el cual estuvo constituido por un total de 722 paños de concreto.

### 4.1. Aplicación del método PCI

#### 4.1.1. Definición de la dimensión de la unidad de Muestreo (UM)

Como primer paso se seccionó los 722 paños de la vía en 20 losas cada unidad de muestreo tomando en cuenta el rango estipulado de  $20 \pm 8$  losas según norma, esto con en el fin de obtener mejores resultados.

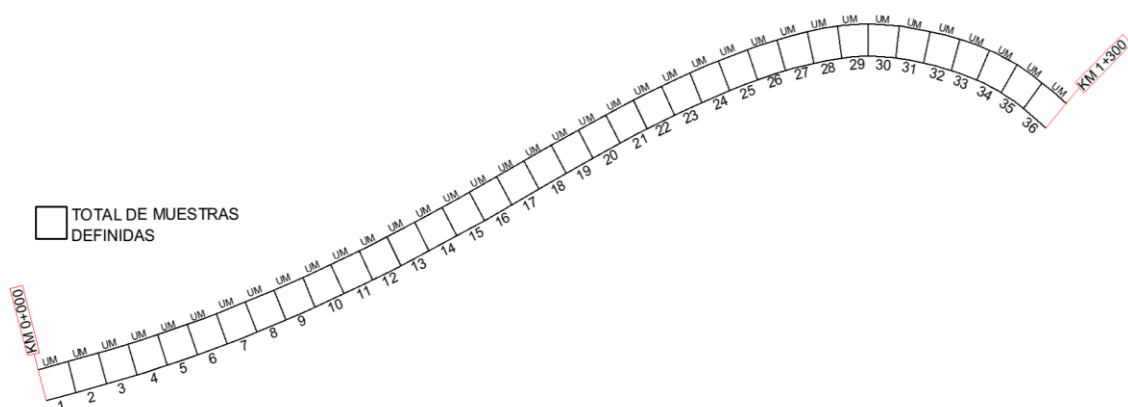
Como dato previo se encontró el número total de unidades de muestra del pavimento (N)

$$N = \frac{722}{20} = 36.1 \cong 36 \text{ UM}$$

De lo calculado se definió que en toda la longitud estudiada se contaron con 36 unidades de muestra, de 20 losas cada unidad, iniciando en la cuadra 8 y culminando en la cuadra 22 de la avenida Pakamuros con la intersección de la calle Río La Cunía.

Tabla 26. Total de unidades de muestreo KM 0+0000 al KM 1+300

| Unidad muestra | Número paños | Progresiva KM | Unidad De muestra | Número paños | Progresiva KM |
|----------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|
| UM-1           | 20           | 0+000 0+036   | UM-19             | 20           | 0+648 0+684   |
| UM-2           | 20           | 0+036 0+072   | UM-20             | 20           | 0+684 0+720   |
| UM-3           | 20           | 0+072 0+108   | UM-21             | 20           | 0+720 0+756   |
| UM-4           | 20           | 0+108 0+144   | UM-22             | 20           | 0+756 0+792   |
| UM-5           | 20           | 0+144 0+180   | UM-23             | 20           | 0+792 0+828   |
| UM-6           | 20           | 0+180 0+216   | UM-24             | 20           | 0+828 0+864   |
| UM-7           | 20           | 0+216 0+252   | UM-25             | 20           | 0+864 0+900   |
| UM-8           | 20           | 0+252 0+288   | UM-26             | 20           | 0+900 0+936   |
| UM-9           | 20           | 0+288 0+324   | UM-27             | 20           | 0+936 0+972   |
| UM-10          | 20           | 0+324 0+360   | UM-28             | 20           | 0+972 1+008   |
| UM-11          | 20           | 0+360 0+396   | UM-29             | 20           | 1+008 1+044   |
| UM-12          | 20           | 0+396 0+432   | UM-30             | 20           | 1+044 1+080   |
| UM-13          | 20           | 0+432 0+468   | UM-31             | 20           | 1+080 1+116   |
| UM-14          | 20           | 0+468 0+504   | UM-32             | 20           | 1+116 1+152   |
| UM-15          | 20           | 0+504 0+540   | UM-33             | 20           | 1+152 1+188   |
| UM-16          | 20           | 0+540 0+576   | UM-34             | 20           | 1+188 1+224   |
| UM-17          | 20           | 0+576 0+612   | UM-35             | 20           | 1+224 1+260   |
| UM-18          | 20           | 0+612 0+648   | UM-36             | 20           | 1+260 1+300   |



#### 4.1.2. Determinación de las Unidades mínimas de Muestreo para Evaluación

En este punto del desarrollo es importante establecer primeramente los datos necesarios para desarrollar la fórmula:

- N: 36 (calculado en el PASO 1)
- $\sigma$ : 15 (sugerido para pavimento Rígido)
- e:  $\pm 5$  (valor que genera una confiabilidad al 95 %)

Consecutivamente se desarrolló la fórmula que involucró toda la extensión del pavimento, para un nivel de confianza del 95% del PCI, calculándose como sigue en la ecuación:

$$n = \frac{36 \times 15^2}{\frac{52}{4} \times (36 - 1) + 15^2}$$
$$n = 18.25 \cong 18$$

#### 4.1.3. Selección de las unidades de muestreo para inspeccionar

Asimismo, se calculó el intervalo de muestreo (i), que será el indicador de análisis intercalado, es decir, el valor que determinará cada cuantas muestras es suficiente evaluar, para alcanzar un resultado confiable.

$$i = \frac{36}{18}$$
$$i = 2$$

Por lo tanto, las unidades a inspeccionar serán: UM1, UM3, UM5, UM7, UM9, UM11, UM13, UM15, UM17, UM19, UM21, UM23, UM25, UM27, UM29, UM31, UM33 y UM35 tal como como se aprecia en la *Figura 22*.

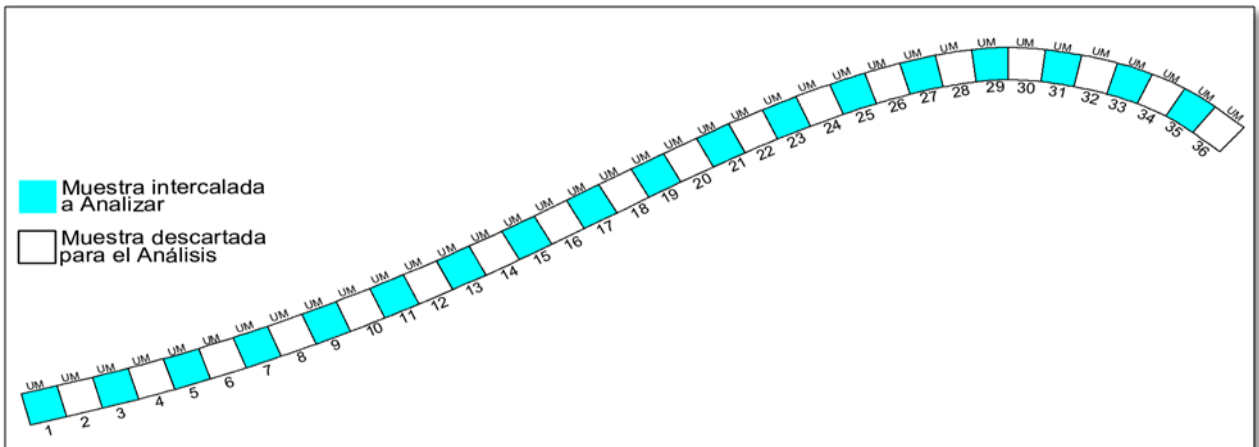


Figure 23. Unidades de muestra consideradas para inspeccionar

#### 4.1.4. Cálculo del PCI en la avenida Pakamuros en pavimento Rígido

Para el cálculo del PCI se tomará como ejemplo el cálculo de la muestra uno (UM-1), mostrando su desarrollo paso a paso, utilizando las hojas de cálculo que facilita el método, los cálculos completos se muestran ordenadamente desde el ANEXO 2 hasta el ANEXO 19.1.

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |  | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO             |       |                                  |                      |                                |              |
|--|--|--|-------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------|
|  |  | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO |       |                                  |                      |                                |              |
| HOJA DE REGISTO POR UNIDAD DE MUESTREO   |  |  |       |                                  |                      |                                |              |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |  | Avenida Pakamuros                            |       | <b>Ubicación:</b>                | Jaén- Jaén Cajamarca |                                |              |
| <b>Evaluated por:</b>  |  | Bachiller: Ayala Navarro Daniel              |       | <b>Fecha:</b>                    | 20/12/2019           |                                |              |
|  |  | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando       |       |                                  |                      |                                |              |
| <b>Progresiva inicial:</b>   | 0 + 000                                | Unidad de Muestra: 1                         |       |                                  |                      |                                |              |
| <b>Progresiva final:</b>   | 0 + 036.00                             | Muestra Total: 36                            |       |                                  |                      |                                |              |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |  |  |       |                                  |                      |                                |              |
|  | 22.- GRIETA DE ESQUINA                 |  |       | 31.- PULMIENTOS DE AGREGADOS     |                      |                                |              |
|  | 23.- LOSA DIVIDIDA                     |  |       | 32.- POPOUTS                     |                      |                                |              |
|  | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"         |  |       | 33.- BOMBEO                      |                      |                                |              |
|  | 25.- ESCALA                            |  |       | 34.- PUNZONAMIENTO               |                      |                                |              |
|  | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA        |  |       | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                      |                                |              |
|  | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA           |  |       | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                      |                                |              |
|  | 28.- GRIETAS LINEALES                  |  |       | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                      |                                |              |
|  | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |  |       | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                      |                                |              |
|  | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2) |  |       | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                      |                                |              |
| SEVERIDAD  |  | LEVE ( L )                                   |       | MODERADA ( M )                   |                      | GRAVE ( G )                    |              |
| PROGRESIVA   | INICIAL:                               | 0 + 000                                      |       | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                      | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |              |
|  | FINAL :                                | 0 + 036.00                                   |       | LADO IZQUIERDO                   | LADO DERECHO         | LADO IZQUIERDO                 | LADO DERECHO |
| P A Ñ O S  | 1                                      | 2  | 31    | -                                | L                    | -                              |              |
|  | 3                                      | 4  | -     | -                                | -                    | -                              |              |
|  | 5                                      | 6  | 31    | -                                | L                    | -                              |              |
|  | 7                                      | 8  | -     | -                                | -                    | -                              |              |
|  | 9                                      | 10   | -     | -                                | -                    | -                              |              |
|  | 11                                     | 12   | -     | 28                               | -                    | M                              |              |
|  | 13                                     | 14   | -     | 28                               | -                    | M                              |              |
|  | 15                                     | 16   | -     | 28                               | -                    | H                              |              |
|  | 17                                     | 18   | 23,36 | 23,36                            | H,H                  | H,H                            |              |
|  | 19                                     | 20   | -     | -                                | -                    | -                              |              |

Figure 24. Hoja de registro de la Unidad de Muestreo (UM) 01

##### 4.1.4.1. Cálculo de las densidades según tipo de falla

$$D_1 = \frac{\text{num.total de falla}}{\text{Num.de paños}} \times 100 = \frac{2}{20} \times 100 = 10.00 \% \dots\dots \text{Losa Dividida (23) – Alta (H)}$$

$$D_2 = \frac{\text{num.total de falla}}{\text{Num.de paños}} \times 100 = \frac{2}{20} \times 100 = 10.00 \% \dots\dots \text{Grietas Lineales (28) - Mediana (M)}$$

$$D_3 = \frac{\text{num.total de falla}}{\text{Num.de paños}} \times 100 = \frac{1}{20} \times 100 = 5.00 \% \dots\dots \text{Grietas Lineales (28) – Alto (H)}$$

$$D_4 = \frac{\text{num.total de falla}}{\text{Num.de paños}} \times 100 = \frac{2}{20} \times 100 = 10.00\% \text{ Pulimiento de Agregados (31) – Leve (L)}$$

$$D_5 = \frac{\text{num.total de falla}}{\text{Num.de paños}} \times 100 = \frac{2}{20} \times 100 = 10.00\% \dots\dots \text{Desconchamiento (36) – Alto (H)}$$

**4.1.4.2. Determinación de valores deducidos para cada tipo de falla, con su tabla respectiva**

Tabla 27. *Valores deducidos para losa dividida*

| VALOR DEDUCIDO |       |         |              |
|----------------|-------|---------|--------------|
| DENSIDAD       | LEV E | MEDIANA | ALTA         |
| <b>0.00</b>    | 0.00  | 0.00    | 0.00         |
| <b>5.00</b>    | 5.10  | 10.70   | 17.00        |
| <b>10.00</b>   | 9.80  | 21.50   | <b>32.00</b> |
| <b>15.00</b>   | 14.20 | 28.20   | 42.70        |
| <b>20.00</b>   | 18.60 | 33.30   | 50.30        |
| <b>25.00</b>   | 22.90 | 37.90   | 56.20        |
| <b>30.00</b>   | 27.10 | 42.20   | 61.00        |
| <b>35.00</b>   | 31.00 | 46.10   | 65.10        |
| <b>40.00</b>   | 34.50 | 49.90   | 68.60        |
| <b>45.00</b>   | 36.60 | 53.40   | 71.80        |
| <b>50.00</b>   | 38.50 | 56.80   | 74.00        |
| <b>55.00</b>   | 40.20 | 59.80   | 76.30        |
| <b>60.00</b>   | 41.70 | 62.00   | 78.40        |
| <b>65.00</b>   | 43.10 | 64.00   | 80.30        |
| <b>70.00</b>   | 44.50 | 65.80   | 82.10        |
| <b>75.00</b>   | 45.70 | 67.50   | 83.70        |
| <b>80.00</b>   | 46.80 | 69.10   | 85.30        |
| <b>85.00</b>   | 47.90 | 70.50   | 86.80        |
| <b>90.00</b>   | 48.90 | 71.90   | 88.10        |
| <b>95.00</b>   | 49.90 | 73.30   | 89.40        |
| <b>100.00</b>  | 50.80 | 74.50   | 90.70        |

Tabla 28. *Valores deducidos para grietas lineales*

| VALOR DEDUCIDO |       |             |             |
|----------------|-------|-------------|-------------|
| DENSIDAD       | LEVE  | MEDIANA     | ALTA        |
| <b>0.00</b>    | 0.00  | 0.00        | 0.00        |
| <b>5.00</b>    | 3.20  | 4.00        | <b>9.60</b> |
| <b>10.00</b>   | 5.90  | <b>7.80</b> | 19.20       |
| <b>15.00</b>   | 8.30  | 11.50       | 24.20       |
| <b>20.00</b>   | 10.60 | 14.40       | 28.30       |
| <b>25.00</b>   | 12.80 | 17.60       | 31.60       |
| <b>30.00</b>   | 14.90 | 20.20       | 34.70       |
| <b>35.00</b>   | 16.20 | 22.40       | 37.60       |
| <b>40.00</b>   | 17.20 | 24.30       | 40.30       |
| <b>45.00</b>   | 18.10 | 26.00       | 42.80       |
| <b>50.00</b>   | 18.90 | 27.50       | 45.20       |
| <b>55.00</b>   | 19.60 | 28.80       | 47.50       |
| <b>60.00</b>   | 20.30 | 30.10       | 49.70       |
| <b>65.00</b>   | 20.90 | 31.20       | 51.80       |
| <b>70.00</b>   | 21.40 | 32.30       | 53.90       |
| <b>75.00</b>   | 22.00 | 33.30       | 55.80       |
| <b>80.00</b>   | 22.40 | 34.20       | 57.70       |
| <b>85.00</b>   | 22.90 | 35.10       | 59.60       |
| <b>90.00</b>   | 23.30 | 35.90       | 61.40       |
| <b>95.00</b>   | 23.70 | 36.70       | 63.10       |
| <b>100.00</b>  | 24.10 | 37.40       | 64.80       |

Tabla 29. *Valores deducidos para pulimiento de agregados*

| <b>DENSIDAD</b> | <b>LEVE</b> |
|-----------------|-------------|
| <i>0.00</i>     | <i>0.00</i> |
| <i>5.00</i>     | <i>0.80</i> |
| <i>10.00</i>    | <i>1.30</i> |
| <i>15.00</i>    | <i>2.80</i> |
| <i>20.00</i>    | <i>3.80</i> |
| <i>25.00</i>    | <i>4.60</i> |
| <i>30.00</i>    | <i>5.30</i> |
| <i>35.00</i>    | <i>5.90</i> |
| <i>40.00</i>    | <i>6.40</i> |
| <i>45.00</i>    | <i>6.80</i> |
| <i>50.00</i>    | <i>7.20</i> |
| <i>55.00</i>    | <i>7.50</i> |
| <i>60.00</i>    | <i>7.80</i> |
| <i>65.00</i>    | <i>8.10</i> |
| <i>70.00</i>    | <i>8.40</i> |
| <i>75.00</i>    | <i>8.60</i> |
| <i>80.00</i>    | <i>8.90</i> |
| <i>85.00</i>    | <i>9.10</i> |
| <i>90.00</i>    | <i>9.30</i> |
| <i>95.00</i>    | <i>9.50</i> |
| <i>100.00</i>   | <i>9.70</i> |



Tabla 30. *Valores deducidos para desconchamiento*

| <b>VALOR DEDUCIDO</b> |             |                |             |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------|
| <b>DENSIDAD</b>       | <b>LEVE</b> | <b>MEDIANA</b> | <b>ALTA</b> |
| 0.00                  | 0.00        | 0.00           | 0.00        |
| 5.00                  | 1.20        | 4.20           | 9.30        |
| 10.00                 | 2.10        | 8.00           | 17.30       |
| 15.00                 | 3.80        | 11.90          | 24.20       |
| 20.00                 | 5.00        | 14.60          | 29.10       |
| 25.00                 | 5.90        | 16.70          | 33.00       |
| 30.00                 | 6.70        | 18.50          | 36.10       |
| 35.00                 | 7.30        | 20.00          | 38.70       |
| 40.00                 | 7.90        | 21.20          | 41.00       |
| 45.00                 | 8.30        | 22.40          | 43.00       |
| 50.00                 | 8.80        | 23.40          | 44.80       |
| 55.00                 | 9.20        | 24.30          | 47.00       |
| 60.00                 | 9.50        | 25.10          | 49.20       |
| 65.00                 | 9.90        | 25.90          | 51.20       |
| 70.00                 | 10.20       | 26.60          | 53.20       |
| 75.00                 | 10.50       | 27.30          | 55.20       |
| 80.00                 | 10.70       | 27.90          | 57.30       |
| 85.00                 | 11.00       | 28.50          | 59.30       |
| 90.00                 | 11.20       | 29.00          | 61.30       |
| 95.00                 | 11.40       | 29.50          | 63.30       |
| 100.00                | 11.70       | 30.00          | 65.30       |

#### 4.1.4.3. Cálculo del número admisible máximo de deducidos (#aq)

En la Unidad de Muestra U.M. - 01:

- Número de deducidos #q > = 2.00 (Por aplicación del PCI), #q = 5

|       |       |      |      |      |
|-------|-------|------|------|------|
| 32.00 | 17.30 | 9.60 | 7.80 | 1.30 |
|-------|-------|------|------|------|

- Valor deducido más alto (máx. q) = 32.00

- Número admisible de deducidos (#m<sub>i</sub>)

$$\#aq = 1 + \frac{9}{98}(100 - \max q) = \frac{9}{98}(100 - 32) \Rightarrow \#aq = 7.2 \Rightarrow$$

Entonces escojo #m<sub>i</sub> = 5

#### 4.1.4.4. Cálculo del máximo valor deducido corregido

|   |       |       |      |      |      |  |       |   |
|---|-------|-------|------|------|------|--|-------|---|
| 1 | 32.00 | 17.30 | 9.60 | 7.80 | 1.30 |  | 68.00 | 5 |
| 2 | 32.00 | 17.30 | 9.60 | 7.80 | 2.00 |  | 68.70 | 4 |
| 3 | 32.00 | 17.30 | 9.60 | 2.00 | 2.00 |  | 62.90 | 3 |
| 4 | 32.00 | 17.30 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |  | 55.30 | 2 |
| 5 | 32.00 | 2.00  | 2.00 | 2.00 | 2.00 |  | 40.00 | 1 |

Se ordenaron los valores individuales en forma horizontal de mayor a menor #q = 5 y luego se calculó en la tabla valores *corregidos deducidos* (CDV).

Tabla 31. *Calculo del máximo valor deducido corregido*

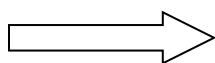
|    | q = 1 | q = 2 | q = 3 | q = 4 | q = 5 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| q  | 40    | 55.3  | 62.9  | 68.7  | 68    |
| qc | 40    | 42.91 | 40.39 | 40.25 | 34.8  |

El máximo CDV = 42.91

#### 4.1.4.5. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-01

$$PCI_i = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI_i = 100 - 42.91$$



$$PCI_i = 57.09$$

Se clasificó como pavimento en buen estado por estar el PCI = 57.09 dentro del rango < 70-55>

#### 4.1.5. Análisis de la condición del deterioro superficial del pavimento rígido.

Luego de haberse procesado todos los datos que fueron obtenidos en campo, procedentes de la inspección visual ejecutada, se muestra a continuación un cuadro resumen, en el cual se agruparon ordenadamente todos los resultados, acotando que no todas las muestras fueron analizadas por recomendación del método y además, no se consideraron muestras adicionales por no ser necesarias. Con estos resultados se obtuvo el PCI general de toda la vía estudiada, expresados como el promedio aritmético de todos los cálculos de cada unidad de muestra analizada.

Tabla 32. *Resumen de resultados obtenidos*

| Unidad<br>de<br>Muestra | Progresivas  |             | Numero<br>de Paños | PCI   | Condición<br>de la<br>Muestra | Condición General<br>de la Vía<br>$PCI = \sum \frac{PCI_n}{n}$ |
|-------------------------|--------------|-------------|--------------------|-------|-------------------------------|--|
|                         | Inicio<br>KM | Final<br>KM |                    |       |                               |  |
| UM-1                    | 0+000        | 0+036       | 20                 | 57.09 | Bueno                         | <b>69.94</b><br><b>BUENO</b>                                   |
| UM-3                    | 0+072        | 0+108       | 20                 | 83.41 | Muy Bueno                     |  |
| UM-5                    | 0+144        | 0+180       | 20                 | 68.90 | Bueno                         |  |
| UM-7                    | 0+216        | 0+252       | 20                 | 82.30 | Muy Bueno                     |  |
| UM-9                    | 0+288        | 0+324       | 20                 | 73.80 | Muy Bueno                     |  |
| UM-11                   | 0+360        | 0+396       | 20                 | 69.61 | Bueno                         |  |
| UM-13                   | 0+432        | 0+468       | 20                 | 78.80 | Muy Bueno                     |  |
| UM-15                   | 0+504        | 0+540       | 20                 | 59.00 | Bueno                         |  |
| UM-17                   | 0+576        | 0+612       | 20                 | 80.63 | Muy Bueno                     |  |
| UM-19                   | 0+648        | 0+684       | 20                 | 73.80 | Muy Bueno                     |  |
| UM-21                   | 0+720        | 0+756       | 20                 | 66.90 | Bueno                         |  |
| UM-23                   | 0+792        | 0+828       | 20                 | 83.24 | Muy Bueno                     |  |
| UM-25                   | 0+864        | 0+900       | 20                 | 61.90 | Bueno                         |  |
| UM-27                   | 0+936        | 0+972       | 20                 | 82.23 | Muy Bueno                     |  |
| UM-29                   | 1+008        | 1+044       | 20                 | 78.70 | Muy Bueno                     |  |
| UM-31                   | 1+080        | 1+116       | 20                 | 61.00 | Bueno                         |  |
| UM-33                   | 1+152        | 1+188       | 20                 | 44.58 | Regular                       |  |
| UM-35                   | 1+224        | 1+1260      | 20                 | 53.00 | Regular                       |  |

El promedio del PCI fue 69.94 por lo que se puede establecer que el pavimento está en una condición de **Buena**.

Para expresar mejor los resultados del analisis resulta necesario elaborar graficos estadisticos el cual se muestra en la Figura 25, para ver la variación de la condición de los resultados en cada muestra evaluada mediante el metodo PCI. Donde estos graficos muestran que no se han obtenido una condición excelente del pavimento a lo largo de toda la via estudiada, esto debido a que se evidencia deterioros en la mayoría de los paños del pavimento.

De lo anterior es necesario enfocarnos en buscar la manera de prolongar la vida útil del pavimento por lo que se podría sugerir en la actualidad considerar hacer el mantenimiento respectivo de las fallas evidenciadas.

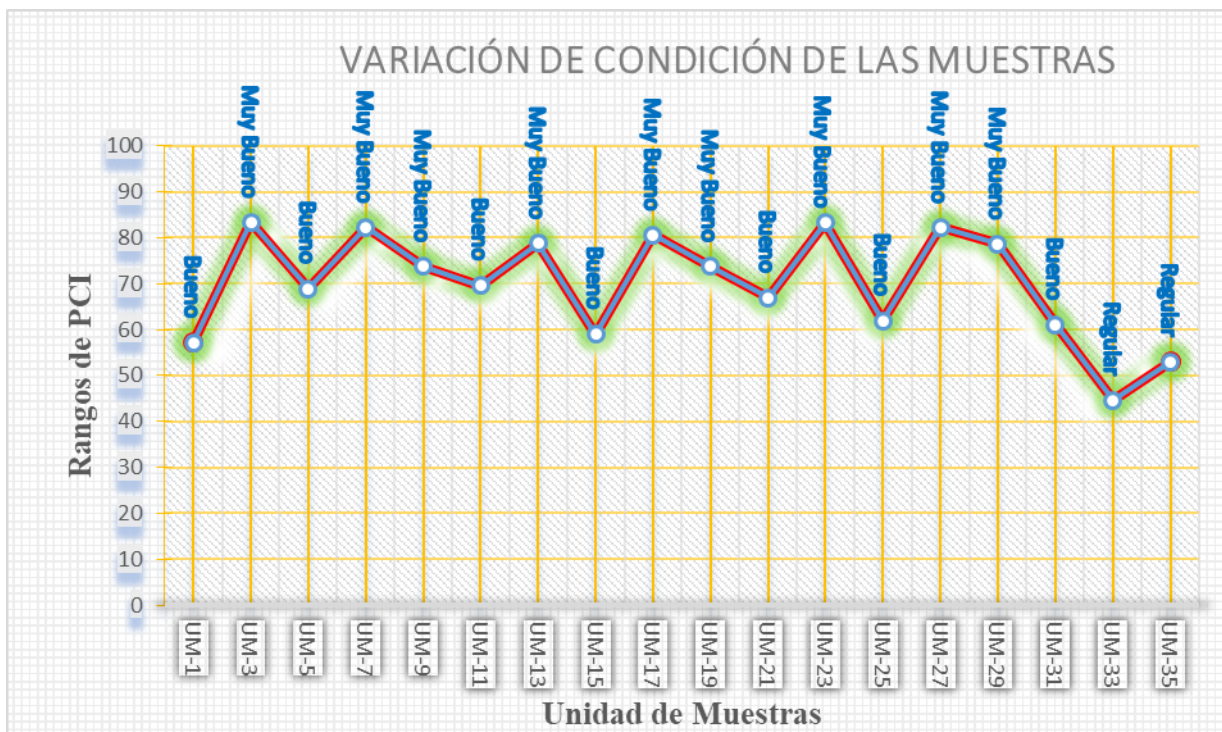


Figure 25. Variación de la condición del PCI en las unidades de muestra en el pavimento

Posteriormente se muestra en la Figura 26 el porcentaje de la condición actual de todas las unidades de muestra analizadas del pavimento, según los rangos PCI.

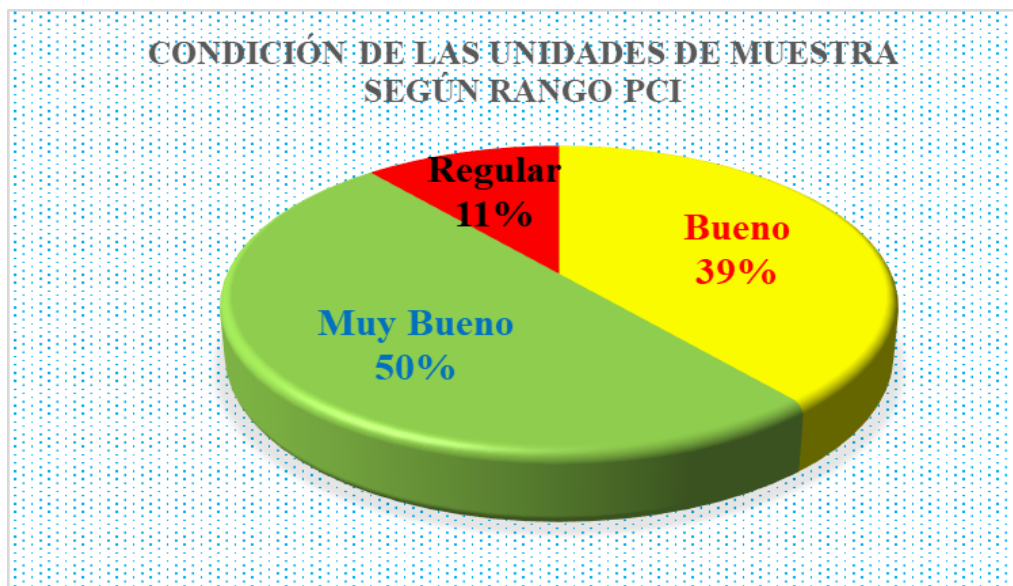


Figure 26. Estado actual del Pavimento

#### 4.2. Aplicación del Índice de rigurosidad Internacional (IRI)

Antes de iniciar la medición y recojo de datos con el MERLIN es necesario calibrar el equipo, para obtener datos correctos y confiables.

Tabla 33. Datos de calibración del equipo Merlín y cálculo del factor de corrección

|                                    | CALIBRACIÓN |        |        | PROM.     |
|------------------------------------|-------------|--------|--------|-----------|
|                                    | 1           | 2      | 3      |           |
| <b>Espesor de pastilla</b>         | 5.0 mm      | 5.0 mm | 5.0 mm | 5.0 mm    |
| <b>Pos.Inicial puntero (LI)</b>    | 34          | 43     | 39     | 38.7      |
| <b>Pos. Final puntero (LF)</b>     | 24          | 30     | 29     | 27.7      |
|                                    |             |        |        | <b>FC</b> |
| <b>Factor de Corrección (FC)</b>   |             |        |        | 0.909     |
| $FC = (EP * 10) / [(LI - LF) * 5]$ |             |        |        |           |

##### 4.2.1. Cálculo del IRI en la avenida Pakamuros en Pavimento Rígido.

Para el cálculo de este parámetro se ha escogido como ejemplo el Carril izquierdo del tramo 0+000 a 0+400, considerando los datos de medición de la primera pasada del ensayo, el cálculo se describe paso a paso hasta obtener el IRI, dichos cálculos se realizaron utilizando los formatos y fórmulas que facilita el método, los cálculos del análisis se muestran ordenadamente desde el ANEXO 23 hasta el ANEXO 40.2.

#### 4.2.1.1. Tramo KM 0+000 al KM 0+400 – CARRIL IZQUIERDO

##### MUESTRA DE PASADA 1

##### A. Datos Recolectados con equipo MERLIN:

Se recopiló los siguientes datos:

Tabla 34. *Formato de registro en campo*

| HOJA DE CAMPO       |   |                   |          |          |          |          |                     |                        |               |          |           |
|---------------------|---|-------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------|------------------------|---------------|----------|-----------|
| <b>PROYECTO</b>     | : | Tesis             |          |          |          |          | <b>SOLICITANTE:</b> | O. Hernández Hernández |               |          |           |
| <b>CARRIL</b>       | : | Izquierdo         |          |          |          |          | <b>FECHA</b>        | :                      | 18/12/2019    |          |           |
| <b>TIPO</b>         | : |                   |          |          |          |          | <b>HORA</b>         | :                      | 11:00 p.m.    |          |           |
| <b>DESUPERFICIE</b> | : | Losas de concreto |          |          |          |          |                     |                        |               |          |           |
| <b>ENSAYO N°</b>    | : | 1                 |          |          |          |          | <b>KM</b>           | :                      | 0+000 a 0+400 |          |           |
|                     |   | <b>1</b>          | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b>            | <b>7</b>               | <b>8</b>      | <b>9</b> | <b>10</b> |
| <b>1</b>            |   | 32                | 25       | 42       | 39       | 32       | 48                  | 40                     | 30            | 45       | 29        |
| <b>2</b>            |   | 26                | 50       | 47       | 41       | 40       | 50                  | 31                     | 43            | 41       | 35        |
| <b>3</b>            |   | 46                | 38       | 31       | 40       | 41       | 29                  | 25                     | 34            | 38       | 47        |
| <b>4</b>            |   | 34                | 42       | 43       | 27       | 42       | 24                  | 42                     | 50            | 42       | 26        |
| <b>5</b>            |   | 42                | 35       | 44       | 33       | 41       | 46                  | 43                     | 43            | 34       | 41        |
| <b>6</b>            |   | 47                | 43       | 27       | 33       | 46       | 26                  | 32                     | 47            | 37       | 40        |
| <b>7</b>            |   | 39                | 48       | 41       | 44       | 32       | 41                  | 25                     | 35            | 42       | 23        |
| <b>8</b>            |   | 36                | 33       | 30       | 42       | 46       | 41                  | 49                     | 30            | 25       | 26        |
| <b>9</b>            |   | 30                | 49       | 36       | 40       | 46       | 40                  | 41                     | 24            | 40       | 37        |
| <b>10</b>           |   | 31                | 22       | 34       | 34       | 36       | 34                  | 24                     | 40            | 31       | 27        |
| <b>11</b>           |   | 34                | 45       | 30       | 44       | 46       | 26                  | 44                     | 36            | 37       | 50        |
| <b>12</b>           |   | 28                | 29       | 41       | 45       | 44       | 50                  | 44                     | 44            | 34       | 36        |
| <b>13</b>           |   | 38                | 34       | 29       | 44       | 35       | 46                  | 32                     | 36            | 28       | 43        |
| <b>14</b>           |   | 41                | 30       | 30       | 29       | 40       | 25                  | 38                     | 36            | 35       | 40        |
| <b>15</b>           |   | 35                | 39       | 29       | 34       | 33       | 23                  | 31                     | 39            | 32       | 33        |
| <b>16</b>           |   | 40                | 33       | 31       | 34       | 23       | 42                  | 44                     | 40            | 47       | 36        |
| <b>17</b>           |   | 35                | 44       | 27       | 41       | 37       | 43                  | 28                     | 36            | 31       | 38        |
| <b>18</b>           |   | 34                | 44       | 38       | 39       | 36       | 31                  | 39                     | 31            | 37       | 21        |
| <b>19</b>           |   | 38                | 44       | 44       | 28       | 32       | 28                  | 40                     | 41            | 40       | 34        |
| <b>20</b>           |   | 27                | 31       | 32       | 32       | 44       | 33                  | 45                     | 37            | 49       | 42        |

##### B. Histograma de Frecuencias

Según los datos obtenidos en campo y que se muestran en la en la Tabla 34(Obtención de datos de campo), para este tramo tenemos el siguiente intervalo de desviaciones:

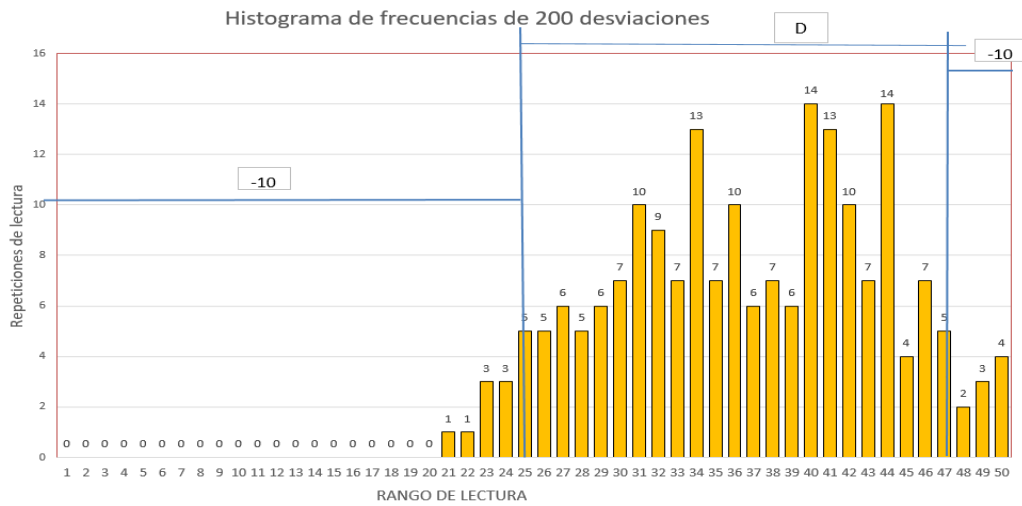


Figure 27. Histograma de frecuencias

### C. Correlación "D" vs IRI

El rango "D" se debe expresar en milímetros por lo que se multiplica la cantidad obtenida por el valor en milímetros de cada unidad es decir por 5 mm como se muestra a continuación:

Tabla 35. Correlación entre valores "D" vs IRI.

| <b>CÁLCULO DE "D"</b>   |                        |              |                      |
|---|------------------------|--------------|----------------------|
| $D = (CI + CE + CD) \times 5 \text{ mm} \times FC$            |                        |              |                      |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                        |              |                      |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                        |              |                      |
| <b>CÁLCULO DEL "IRI"</b>                                      |                        |              |                      |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                        |              | <b>D &lt; 40 mm</b>  |
| IRI = 0.593 + 0.0471D   |                        |              | IRI = 0.0619D        |
|   | COLA IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO (CE)  | COLA DERECHA<br>(CD) |
| TOTALES LECTURAS EXTREMAS                                     | 13                     | -            | 14                   |
| LECTURAS CONSIDERADAS   | 3                      | -            | 4                    |
| FRACCIONES RESULTANTES  | 0.23                   | 21           | 0.29                 |
| SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)                                |                        | 21.52        |                      |
| <b>D (mm)</b>   |                        | <b>97.79</b> |                      |
| <b>IRI</b>  |                        | <b>5.20</b>  |                      |

#### 4.2.2. Índice de Rugosidad Internacional

Una vez que se culminó con el desarrollo de los cálculos pertinentes y para evaluar de manera mas conveniente los resultados, se optó por resumirlos en una tabla, de manera que se pueda procesar la información; lo que permitio obtener la rugosidad de cada tramo mediante el promedio aritmetico de los valores IRI calculados en 400 metros de medición, resultados que se muestran en la tabla 36:

Tabla 36. *Datos generales y promedio de IRI calculados según carril y tramos*

| TRAMO ANALIZADO |        | CARRIL           | RESULTADO IRI | PROMEDIO Por tramo | IRI General |
|-----------------|--------|------------------|---------------|--------------------|-------------|
| Inicio          | Fin    |                  |               |                    |             |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 5.20          |                    |             |
| 0 m             | 400 m  | <b>IZQUIERDO</b> | 5.14          |                    |             |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 5.00          | 4.95               |             |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 4.52          |                    |             |
| 0 m             | 400 m  | <b>DERECHO</b>   | 4.93          |                    |             |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 4.89          |                    |             |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 5.15          |                    |             |
| 400 m           | 800 m  | <b>IZQUIERDO</b> | 4.91          |                    |             |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 4.97          | 4.87               | 4.97        |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 4.51          |                    |             |
| 400 m           | 800 m  | <b>DERECHO</b>   | 4.94          |                    |             |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 4.75          |                    |             |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 5.09          |                    |             |
| 800 m           | 1200 m | <b>IZQUIERDO</b> | 5.16          |                    |             |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 5.11          | 5.08               |             |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 4.96          |                    |             |
| 800 m           | 1200 m | <b>DERECHO</b>   | 5.02          |                    |             |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 5.16          |                    |             |



### 4.3. Determinación del Índice de serviciabilidad ( PSI )

Para medir la serviciabilidad o transitabilidad a partir del IRI, se determinó el índice de serviciabilidad:

Tabla 37. Resumen de resultados Calculados

| TRAMO ANALIZADO |        | CARRIL           | RESULTADO PSI                           | CONDICIÓN | PROMEDIO Por tramo | Condición PSI |
|-----------------|--------|------------------|---|-----------|--------------------|---------------|
| Inicio          | Fin    |                  | $PSI = 5 \times e^{(-\frac{IRI}{5.5})}$ |           |                    |               |
| 0 m             | 400 m  | <b>IZQUIERDO</b> | 1.94                                    | Malo      | 2.04               |               |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 1.96                                    | Malo      |                    |               |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 2.01                                    | Regular   |                    |               |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 2.20                                    | Regular   |                    |               |
| 0 m             | 400 m  | <b>DERECHO</b>   | 2.04                                    | Regular   |                    |               |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 2.06                                    | Regular   |                    |               |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 1.96                                    | Malo      |                    |               |
| 400 m           | 800 m  | <b>IZQUIERDO</b> | 2.05                                    | Regular   | 2.06               | 2.03          |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 2.03                                    | Regular   |                    |               |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 2.20                                    | Regular   |                    |               |
| 400 m           | 800 m  | <b>DERECHO</b>   | 2.04                                    | Regular   |                    | REGULAR       |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 2.11                                    | Regular   |                    |               |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 1.98                                    | Malo      |                    |               |
|                 |        | <b>IZQUIERDO</b> | 1.96                                    | Malo      |                    |               |
| 800 m           | 1200 m | <b>IZQUIERDO</b> | 1.97                                    | Malo      | 1.98               |               |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 2.03                                    | Regular   |                    |               |
|                 |        | <b>DERECHO</b>   | 2.01                                    | Regular   |                    |               |
| 800 m           | 1200 m | <b>DERECHO</b>   | 1.96                                    | Malo      |                    |               |

El promedio del PSI fue 2.03 por lo que se puede establecer que el pavimento está en una condición de serviciabilidad **Regular**.

Para expresar mejor los resultados del analisis en función de la regularidad superficial del pavimento, resulta necesario elaborar graficos estadisticos y se muestra en la Figura 28, para ver la variación de la condición de los resultados en cada muestra evaluada mediante el indice de serviciabilidad presente (PSI). Donde estos gráficos muestran que no se han obtenido una condición Buena del pavimento a lo largo de toda la via estudiada, esto debido a que de acuerdo a los resultados de las mediciones de la regularidad en la mayoría de los paños del pavimento, se obtuvo una irregularidad alta sobre la carpeta de rodadura.

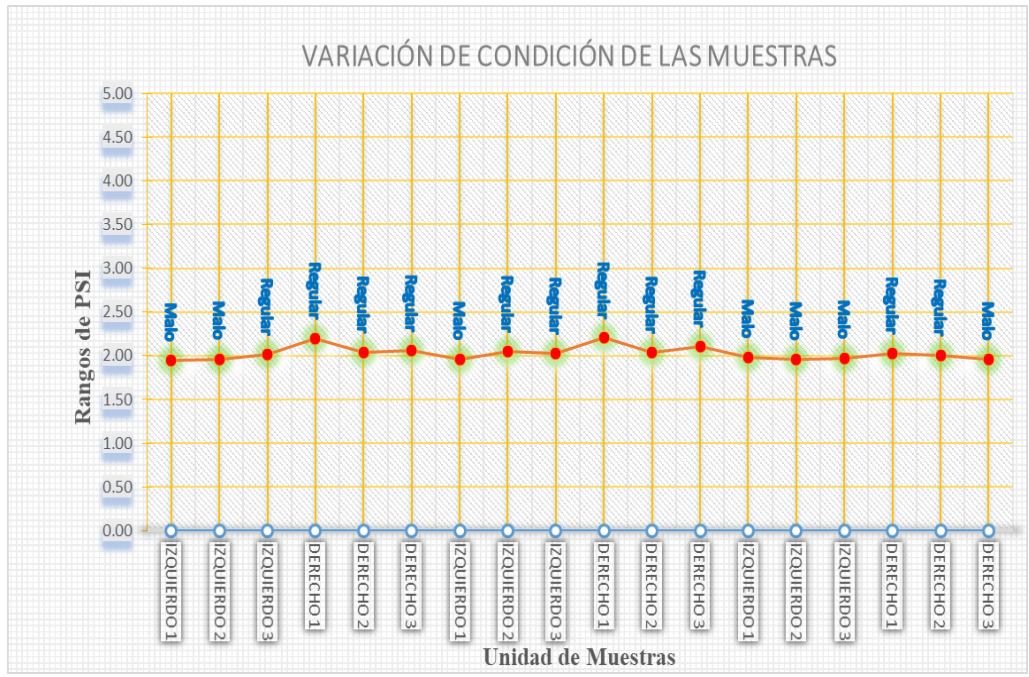


Figure 28. Variación de la condición del PSI en las unidades de muestra de pasada.

Posteriormente se muestra en la Figura 29 el porcentaje de la condición actual de todas la unidades de muestra de pasada analizadas, según los rangos PSI.



Figure 29. Estado actual del Pavimento

#### 4.4. Correlación de la serviciabilidad con relación a la condición de fallas superficiales del pavimento por tramo.

Para definir rangos que pudieran reflejar la condición funcional más aproximada a la realidad de la avenida Pakamuros de forma objetiva, se analizó la fundamentación técnica que dio origen al concepto de IRI, y se aplicaron correlaciones existentes con otros índices, aceptados internacionalmente, que describen la condición funcional de las rutas (serviciabilidad) considerando tanto la regularidad de los pavimentos, como los deterioros existentes evidenciados mediante inspección visual. (Badilla, 2009)

- Gráficos estadísticos de caja y Bigotes

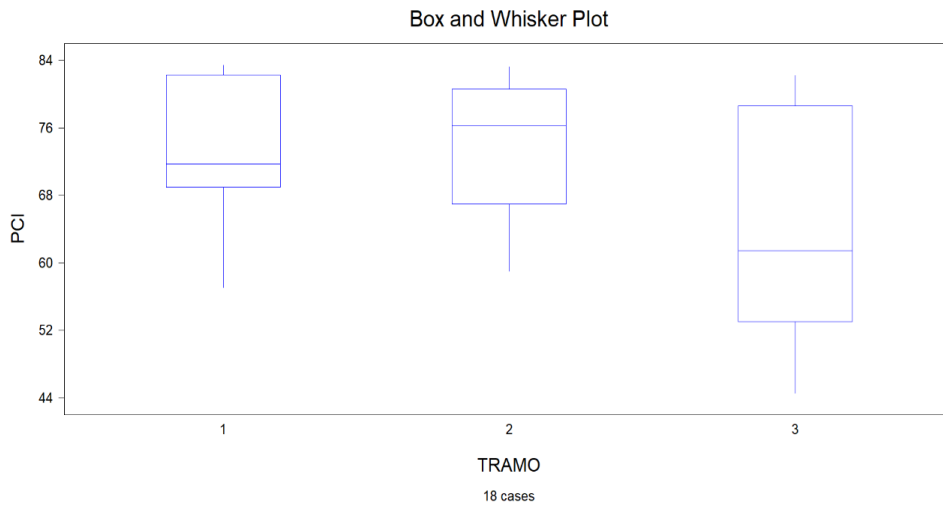


Figure 30. variación de valores PCI según tramo

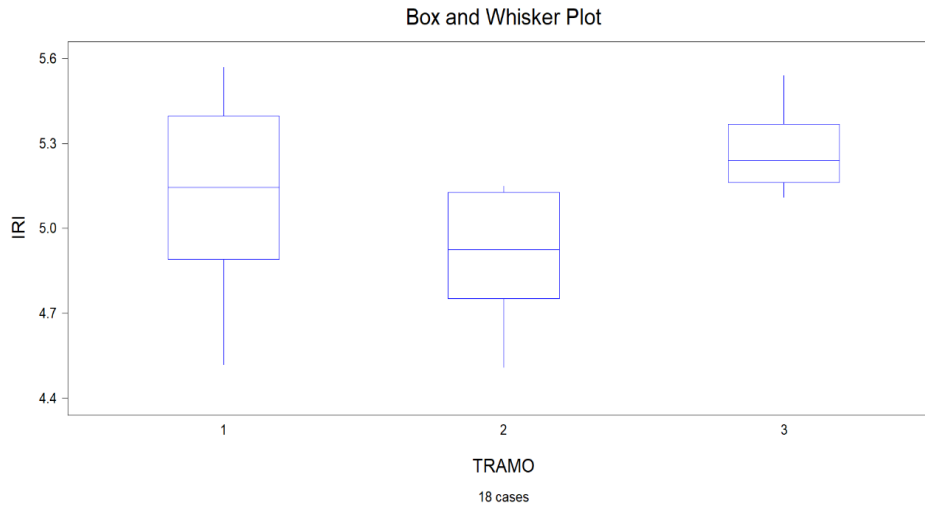


Figure 31. variación de valores IRI según tramo

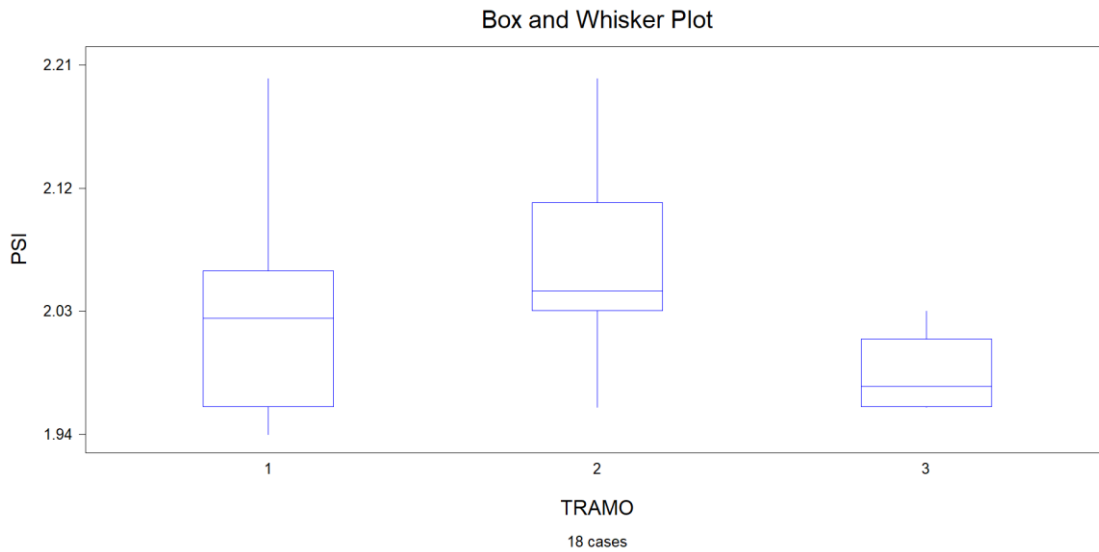


Figure 32. variación de valores PSI según tramo

Tabla 38. correlaciones estadísticas de los resultados

| Statistix 8.0                     |         |        |
|-----------------------------------|---------|--------|
| 11/02/2020, 19:43:26              |         |        |
| Correlations (Pearson)            |         |        |
|                                   | IRI     | PCI    |
| PCI                               | 0.2949  |        |
|                                   | -0.2613 |        |
| PSI                               | -0.9993 | 0.2567 |
|                                   | 0.0000  | 0.3039 |
| Cases Included 18 Missing Cases 0 |         |        |

Según el diagrama de caja y bigotes, para el PCI las medianas oscilaron entre 50 y 71; para el IRI los valores estuvieron entre 4.9 y 5.3; mientras que el PSI presentó un rango entre 1.99 y 2.05.

A través del coeficiente de correlación de Pearson, se observó que no hubo correlación entre el PCI y el IRI, mientras que se mostró una correlación negativa significativa entre PSI e IRI, es decir a mayor PSI, menor IRI y viceversa.

## V. DISCUSIÓN

La evaluación superficial del pavimento rígido es de suma importancia en todos los tramos urbanos, debido a que su deterioro rápido por factores como el mal proceso constructivo, el tráfico, clima y la calidad de materiales que se usa en la construcción de las calles, hacen que las vías se encuentren en mal estado, consecuentemente existirá un nivel de serviciabilidad a los usuarios de poco confort y bienestar.

El PCI es un método de evaluación de la condición funcional del pavimento, siendo uno de los de mayor aceptación a nivel internacional y el cual se sigue aplicando en algunos países, principalmente en aquellos que no disponen de equipos de medida de parámetros de estado, tales como: deflexión, irregularidad superficial (longitudinal y transversal) y fricción. (González-Fernández, H, Ruiz-Caballero P & Guerrero-Valverde D., 2019).

Los hallazgos de esta investigación evidenciaron que, según el PCI, se identificó que el deterioro superficial del pavimento estuvo relacionado con el pulimiento de agregados, desconchamientos y grietas lineales como las fallas más predominantes, mostrando una severidad de media (M) a alta (H) con un porcentaje de densidad entre 5% y 75%, determinándose una condición **Buena** para el pavimento estudiado, resultado similar a lo mostrado por Solano Jáuregui, 2014 que evaluó el pavimento rígido en el jirón Junín, cuadras 1, 2, 3, 4 y 5 de la ciudad de Jaén, reportando una calidad del pavimento como Buena, pero, con algunas losas con fallas graves sin embargo, estas no influyeron porque presentaban áreas no representativas comparada con el área total inspeccionada.

Por otra parte, González Fernández et al (2019), en un estudio realizado en el tramo Seminario Bautista-Loma la Cruz (Acceso Camino Viejo del Cobre) de la Carretera Central, Cuba, evaluó la condición del pavimento, el cual fue clasificado como regular, diferencia que pudiera ser atribuido a que en este caso el pavimento estudiado era flexible con múltiples fallas, siendo las más frecuentes: las grietas longitudinales y transversales, el agrietamiento en bloques, el parcheo y desprendimiento de agregados, representando un 66 % de daños observados.

El pavimento flexible se deteriora más rápidamente que el rígido, debido a que el material empleado tiende a tener una durabilidad más corta, ya que la carpeta es elaborada con material pétreo seleccionado y un aglomerante que es el asfalto, un exceso de este en la mezcla puede provocar pérdida de estabilidad, e incluso hacer resbalosa la superficie y además, esta capa es la más expuesta a la intemperie y a los efectos abrasivos de los vehículos, por lo que necesita de mantenimientos periódicos para garantizar su adecuada performance .( Zevallos Gamarra, 2018)

Debido a que el PCI es una metodología de observación y en algunas ocasiones de mediciones manuales de las fallas existentes, existe la problemática que muchas veces se obvian imperfecciones importantes, por lo que el análisis que se realiza en caso de evaluar tramos bastante grandes, no se da en todas las muestras; esto conlleva a dejar de lado estados de pavimento críticos, que a simple vista no se identifican, generando que se den predicciones poco acertadas sobre la realidad de la calidad de la calzada, siendo necesario recurrir a otras metodologías de apoyo más objetivas y confiables del estado real del pavimento, ya que si no se analiza de forma más precisa, se darían recomendaciones que no ayudarían a mejorar la serviciabilidad, y los usuarios estarían expuestos a incomodidades cuando manejen, a la inseguridad vial, daños permanentes, etc.

La rugosidad de un pavimento es el parámetro que relaciona la magnitud y frecuencia de las irregularidades superficiales o altimétricas, con la comodidad o confort al transitar sobre él. La unidad de medición estándar de rugosidad a nivel mundial que además se emplea en el Perú es el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), el cual no solo permite especificar rangos o niveles de tolerancia para la aceptación de tramos nuevos de aeropistas y carreteras, sirviendo como un parámetro de control de calidad superficial, sino que además se puede cuantificar el estado en el que se encuentran los pavimentos para tomar las acciones correctivas con un tiempo pertinente. (Marín Montoya, Riscanevo López & Acosta Castellanos, 2016)

De acuerdo a la escala IRI, se tiene que el pavimento en estudio estuvo dentro del rango [2.5-6] de lo establecido por el Banco Mundial, lo que significa que se trata de un pavimento antiguo y además, que la razón de la magnitud de los resultados obtenidos que varían desde 4.5 a 5.5, obedecen a que el pavimento analizado presenta imperfecciones superficiales, lo que da una idea de que tipo de análisis se puede desarrollar para establecer el estado actual del pavimento.

Sánchez Morales- Martínez Rojo (2018) determinaron el IRI de manera experimental en un tramo de pavimento de 200 m de longitud ubicado en un campus universitario de Cuba, a partir de tres procedimientos seleccionados: fotogramétrico (propuesta), MERLIN y topográfico, realizando las mediciones sobre el carril derecho del tramo escogido. Se efectuaron un total de 200 observaciones de las irregularidades del pavimento, espaciadas cada 1.8 m, obteniendo un valor de IRI de 3.5368 m/km mediante el MERLIN.

Hirpahuanca (2016) realizó un estudio cuyo objetivo fue medir la regularidad superficial del pavimento de la carretera Cusco–Urcos, con el Rugosímetro MERLIN, reportando un valor de 1.69 m/km. Aunque esta metodología se aplica más a pavimentos flexibles por ser la superficie más uniforme y los datos más confiables, el IRI se puede calcular sobre cualquier longitud de carretera, sin embargo, es importante notar que el cálculo del mismo depende de manera significativa de la longitud auscultada por ser un parámetro acumulado. En vista de la importancia que reviste la longitud para la determinación del IRI, es necesario establecer intervalos de longitud, ya que si estos son mayores, ocultan niveles altos de regularidad superficial en los pavimentos, obteniendo de una manera inadecuada valores de IRI satisfactorios. Por otra parte, la utilización de intervalos de longitud menores para la determinación del IRI, puede detectar niveles altos de irregularidad, contribuyendo a obtener pavimentos con mejores niveles de seguridad y confort. (Pomasonco, 2010).

Así mismo, la medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay tener presente que esta no es una evaluación completa. Se considera como el grado en el cual un pavimento logra cumplir con su función de permitir la circulación de vehículos de una forma fácil, cómoda, rápida y segura, el cual disminuye a través del tiempo una vez puesto en servicio el pavimento (Fernández-Valero, 2016). En esta investigación se obtuvo un índice de serviciabilidad 2.03, considerado como regular, valor inferior a lo reportado por Llerena- Torres quienes determinaron este índice del pavimento de la carretera nacional PE-28G en el tramo Pisac-Calca cuyo resultado fue 2.38, condición regular y al evidenciado en el estudio de Cordero Huanca, 2019 con 2.51, valor calificado también como regular al analizar el índice de serviciabilidad en el Km 11 de la Avenida Túpac Amaru, Comas-Lima.

No se mostró relación entre PCI vs IRI, por lo que no se pudiera hacer un diagnóstico aproximado de la condición del pavimento; así mismo, no se observó relación entre PCI vs

PSI. La relación entre el PSI vs IRI tuvo una tendencia marcada a un comportamiento inversamente proporcional entre las dos variables, es decir que a mayor PSI, menor el IRI y a mayor IRI es menor el PSI, por lo que el diagnóstico de la condición del pavimento estaría asociado a los resultados del PSI que es 2.03, correspondiéndose a un estado de condición regular del pavimento.

Los hallazgos de esta investigación muestran que las metodologías aplicadas constituyen herramientas útiles para el diagnóstico del estado superficial de las vías en pavimento rígido en la ciudad de Jaén, con la finalidad de establecer un seguimiento del deterioro superficial de los pavimentos, para así realizar intervenciones de mantenimiento oportunas y lograr una buena serviciabilidad durante la vida útil del pavimento.



## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

- A través del método PCI, se identificaron que las fallas más predominantes del pavimento fueron pulimiento de agregados, desconchamientos, grietas lineales; parcheos, sin embargo, la condición del mismo se consideró Buena.
- Según el valor obtenido en la escala de rugosidad establecida por el Banco Mundial, la calidad de la calzada está sujeta a un pavimento antiguo con imperfecciones superficiales.
- La condición de serviciabilidad fue regular según el PSI.
- A pesar de haber solicitado el expediente técnico “mejoramiento del servicio de transitabilidad de la avenida Pakamuros entre el puente río amojú y el jirón río Cunia de la ciudad de Jaén, distrito de Jaén, provincia de Jaén-Cajamarca” a la entidad correspondiente, no se contó con el diseño del pavimento con el que ha sido construido, para poder saber los datos del PSI inicial y del PSI final; sin embargo tomaremos como datos, los recomendados por el MTC para pavimento rígido, el cual indica que el PSI inicial es de 4.3 y el PSI final de 2.5 que corresponde a la avenida Pakamuros, por lo tanto el PSI calculado en nuestro estudio de investigación es 2.03 el cual está muy por debajo del mínimo recomendado por el MTC, lo que significa que el pavimento necesita una reconstrucción al no haber cumplido su periodo de vida útil de 20 años.

### **6.2. Recomendaciones**

- Antes de poner en servicio las vías pavimentadas se recomienda tomar registro de la regularidad de los mismos mediante algún instrumento de medición física para corroborar si se logró el PSI inicial de diseño o por lo menos el recomendado por la norma MTC para pavimentos rígidos, para hacer seguimiento de la calidad de la calzada a lo largo de su vida útil y así precisar en que momento resulte necesario hacer

el mantenimiento respectivo.

- Para mas confiabilidad en el estudio del estado actual de los pavimentos se sugiere efectuar mediciones fisicas mediante equipos de alta presición si fuese posible, para conocer con más exactitud el problema y asi ser mas objetivo en cuanto al tipo de intervencion que fuese necesario hacer.
- Se sugiere realizar más investigaciones en pavimentos rígidos en otros sectores de la ciudad de Jaén, aplicando la misma metodología.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALATRISTA CRUZ, P. J. (2018). *"Aplicación del diseño del MTC 2014 para optimizar la transitabilidad vehicular en pavimentos rígidos. Proyecto Plazas de peaje Vía Expresa Línea Amarilla - Lima, 2018."*. Lima.

Badilla Vargas, G. (28 de Enero de 2009). Determinación de la Regularidad Superficial del Pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI). *Determinació y Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional de Pavimentos*. Costa Rica.

CCASANI BRAVO, M. J. (2017). *"Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructu-ral en el Diseño de Pavimentos"*. Abancay, Apurimac-Perú.

Cordero Huanca LA (2019). Análisis del índice de Serviciabilidad del pavimento flexible en la Avenida Túpac Amaru km 11, Comas-Lima 2018. Universidad César Vallejo, Lima. Perú.

Fernández-Valero, Y (2016). Aplicación del sistema de gestión de pavimentos para mejorar la conservación y serviciabilidad del pavimento - Juliaca - 2016. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Puno, Perú

González del Aguila, W.J. (2009). Propuesta de I + D + I de instrumentos de medicion de niveles de seviciabilidad de carreteras asfaltadas:Un aporte de innovacion tecnologica al mantenimiento de obras de infraestructura vial. Lima, Peru.

González-Fernández, Hilda; Ruiz-Caballero, Pilar; Guerrero-Valverde, Denisse. 2019. "PROPUESTA DE METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE

- PAVIMENTOS Mediante EL ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI).”
- González-Fernández, Hilda; Ruiz-Caballero, Pilar; Guerrero-Valverde, Denisse. 2019. “PROPUESTA DE METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS Mediante EL ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI).”
- HIRPAHUANCA, S. L. (2016). Determinacion y comparacion d ela regularidad superficial del pavimento de la carretera Cusco-Urcos, usando telefonos inteligenetes y Rugosimetro de Merlin-2016. Cusco, Peru.
- Marín,M.D, Riscanevo,L. M., Acosta, C.P.(2016)Análisis del índice de rugosidad internacional. Aplicación al aeropuerto Enrique Olaya Herrera de Medellín, Colombia, UG Ciencia 22, 57-69.
- Pomasonco de la Cadena, Roberto Carlos Martín. 2010. “EVALUACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO MERLIN MONITOREO DE CONSERVACIÓN CARRETERA CAÑETE-HUANCAYO Km.110+000 AL Km.112+000.” UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI). [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/836/1/gonzalez\\_aw.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/836/1/gonzalez_aw.pdf).
- Quinde Saavedra, Javier Angel. 2013. 1 “EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA CALLE LAS BEGONIAS DE LA URBANIZACIÓN LAS FLORES DE LA CIUDAD DE JAÉN.” Universidad Nacional de Cajamarca.
- Quispe Arias, Carlos Joaquin. 2010. “EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS CON EL RUGOSÍMETRO MERLIN MONITOREO DE CONSERVACIÓN CARRETERA CAÑETE - HUANCAYO Km. 108+000 al Km.110+000.[http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/bitstream/11458/1025/1/Richard Hidalgo Mozombite Rafael Pacheco Gonzaga.pdf](http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/bitstream/11458/1025/1/Richard_Hidalgo_Mozombite_Rafael_Pacheco_Gonzaga.pdf).
- Roca Pacheco, Karol. 2016. “Validación de La Metodología Aplicada En Las Intervenciones Tipo Mantenimiento Periódico y de Rehabilitación Sobre Pavimentos Flexibles Realizadas En El Distrito Occidente Del IDU En Bogotá D.C.” Universidad Nacional de Colombia.
- Sachún Quispe, J. E. (2016). “*Estudio del Indice de Rugosidad Internacional de la Panamericana Norte - Zona Trujillo, para su Mantenimiento*”. Trujillo.
- Sánchez Morales MC- Martínez Rojo TE. Determinación del IRI en pavimentos a partir de procedimientos fotogramétricos. X Congreso Internacional de Geomática 2018. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/325092069>
- Vásquez Varela, Luis Ricardo. 2002. “Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.” Universidad Nacional de Colombia.

## **Dedicatoria**

Orlando Hernández Hernández: esta tesis la dedico a la memoria de mis padres Emigdio y María Teresa, por el apoyo incondicional recibido, en los inicios de mi vida estudiantil; a mis hijos Carlos Enrique, Fernanda Mabel, y Yasid Orlando, como ejemplo de trabajo y persistencia.

Roybi Daniel Ayala Navarro dedico esta tesis primeramente a mis padres Nobel Ayala Campos y Valeria Navarro Carrasco por brindarme el soporte moral y económico que fue indispensable en la culminación de mis estudios, a mis hermanos y amigos que me tendieron la mano cuando lo necesite, por ultimo a todos mis maestros que me compartieron sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional.

## **Agradecimiento**

Los bachilleres Orlando Hernández Hernández y Roybi Daniel Ayala Navarro agradecemos especialmente a Dios por darnos salud y fuerza, a nuestra Asesora la ingeniera civil ZADITH NANCY GARRIDO CAMPAÑA por compartirnos sus conocimientos y experiencias, agradecemos también de forma especial a nuestros padres por todo el apoyo incondicional que nos han dado para alcanzar uno de nuestros más anhelados objetivos.

## **ANEXOS**


ANEXO 1. *Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico*

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO**

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


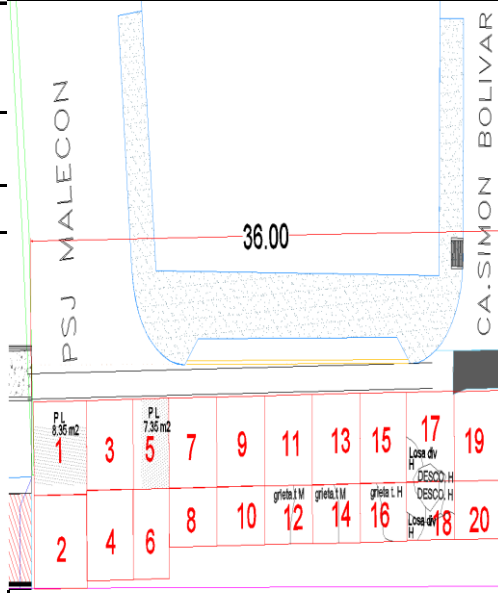
**Fuente:** (Vásquez,2002)

ANEXO 2: Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-01

|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  |                      |                                  |                   |                                |  |
|--|----------------|---|----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO  |                      |                                  |                   |                                |  |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                              |                      |                                  |                   |                                |  |
|  |                | HOJA DE REGISTO POR UNIDAD DE MUESTREO                                    |                      |                                  |                   |                                |  |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros   |                      |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén Cajamarca           |  |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                      |                                  |                   |                                |  |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 0 + 000   | Unidad de Muestra: 1 |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |  |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 0 + 036.00  | Muestra Total: 36    |                                  |                   |                                |  |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |   |                      |                                  |                   |                                |  |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA  |                      | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |  |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA  |                      | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |  |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"  |                      | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |  |
|  |                | 25.- ESCALA   |                      | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |  |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA   |                      | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |  |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA  |                      | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |  |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES   |                      | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |  |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)                                     |                      | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |  |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                    |                      | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |  |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )  |                      | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE (G)                      |  |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 000   |                      | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |  |
|  | FINAL :        | 0 + 036.00  |                      |                                  |                   |                                |  |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO  | LADO IZQUIERDO       | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |  |
| P A Ñ O S  | 1              | 2   | 31                   | -                                | L                 | -                              |  |
|  | 3              | 4   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 5              | 6   | 31                   | -                                | L                 | -                              |  |
|  | 7              | 8   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 9              | 10  | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 11             | 12  | -                    | 28                               | -                 | M                              |  |
|  | 13             | 14  | -                    | 28                               | -                 | M                              |  |
|  | 15             | 16  | -                    | 28                               | -                 | H                              |  |
|  | 17             | 18  | 23,36                | 23,36                            | H,H               | H,H                            |  |
|  | 19             | 20  | -                    | -                                | -                 | -                              |  |


Fuente: (Vásquez,2002)

ANEXO 2.1: Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M) - 01


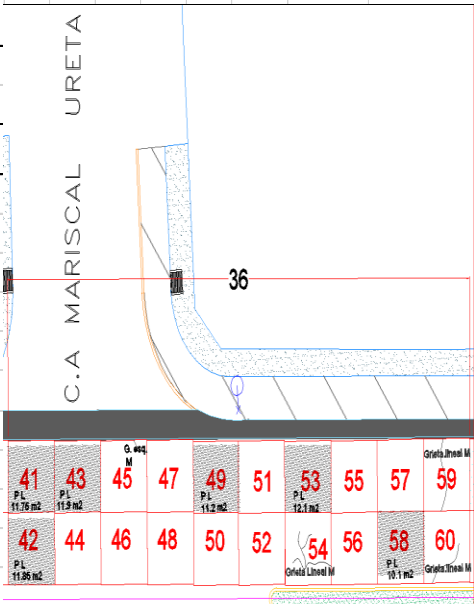
|               |   | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
|--|---|---|------------------------|------------|---------------------------------------|-------|------------|-------|---|---|---|----|-------|----|----|----|----|----|----|-------|------------|--------------------|-------|
|  |   | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 01 |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| Nombre de la vía:  | Avenida : PAKAMUROS                               |   | Ubicación:             |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| Evaluado por:  | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel                |   | Jaén, Jaén - Cajamarca |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
|  | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando            |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| Progresiva inicial:  | 0 + 000   | Unidad de Muestra :   | 1                      | Fecha:     |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| Progresiva final:  | 0 + 036.00  | Area Muestra:   | 20 paños               | 31/01/2020 |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND) |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 22.- GRIETAS DE ESQUINA  | 32.- POPOUTS                                      |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 23.- LOSA DIVIDIDA   | 33.- BOMBEO                                       |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 25.- ESCALA  | 34.- PUNZONAMIENTO                                |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                    | 37.- GRIETAS DE RETRACCION                        |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)   | 38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA                    |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)  | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA                      |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS  |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
|            |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>   |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| Código de Falla  | Severidad   | Cantidades parciales por paños o losas  |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |       |
|  |   | 1   | 2                      | 3          | 4                                     | 5     | 6          | 7     | 8 | 9 | 10  | 11 | 12    | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |       |            |                    | 19    |
| 23   | H   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    | 1  | 1  |    |       | 2          | 10.00              | 32.00 |
| 28   | M   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   | 1   |    | 1     |    |    |    |    |    |    |       | 2          | 10.00              | 7.80  |
| 28   | H   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    | 1  |    |    |    |       | 1          | 5.00               | 9.60  |
| 31   | L   | 1   |                        |            |                                       | 1     |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       | 2          | 10.00              | 1.30  |
| 36   | H   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    | 1  | 1  |    |       | 2          | 10.00              | 17.30 |
|  |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   | Numero de deducidos ( q ) :               |    | 5.00  |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   | Valor deducido mas alto (max q) :         |    | 32.00 |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   | Nº Max. admisible de deducidos(#aq) :     |    | 7.2   |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   | Max. Valor deducido corregido(CDV) :      |    | 42.91 |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   | Tota VD=                                  |    | 68.00 |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   | $m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>   |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| Nº   | Valores deducidos                                 |   |                        |            |                                       | TOTAL | q          | CDV   |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 1  | 32.00   | 17.30   | 9.60                   | 7.80       | 1.30                                  | 68.00 | 5          | 34.80 |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 2  | 32.00   | 17.30   | 9.60                   | 7.80       | 2.00                                  | 68.70 | 4          | 40.25 |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 3  | 32.00   | 17.30   | 9.60                   | 2.00       | 2.00                                  | 62.90 | 3          | 40.39 |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 4  | 32.00   | 17.30   | 2.00                   | 2.00       | 2.00                                  | 55.30 | 2          | 42.91 |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| 5  | 32.00   | 2.00  | 2.00                   | 2.00       | 2.00                                  | 40.00 | 1          | 40.00 |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |   |   |                        |            |                                       |       | Max. CDV = | 42.91 |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| PCI = 100 - Max. CDV   |   |   |                        |            |                                       |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |
| PCI = 57.09  |   |   |                        |            | RANGO (70 - 55), CLASIFICACIÓN: BUENO |       |            |       |   |   |   |    |       |    |    |    |    |    |    |       |            |                    |       |




ANEXO 3: Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-03

|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN                 |                      |                                  |                |                                |                      |
|--|----------------|--|----------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------------|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO             |                      |                                  |                |                                |                      |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO |                      |                                  |                |                                |                      |
|  |                | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO      |                      |                                  |                |                                |                      |
| Nombre de la vía:  |                | Avenida Pakamuros                            |                      |                                  | Ubicación:     |                                | Jaén- Jaén Cajamarca |
| Evaluado por:  |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel           |                      |                                  | Ubicación:     |                                | Jaén- Jaén Cajamarca |
|  |                | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando       |                      |                                  |                |                                |                      |
| Progresiva inicial:  |                | 0 + 072.00                                   | Unidad de Muestra: 3 |                                  | Fecha:         |                                | 20/12/2019           |
| Progresiva final:  |                | 0 + 108.00                                   | Muestra Total: 36    |                                  |                |                                |                      |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                      |                                  |                |                                |                      |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA                       |                      | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                |                                |                      |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA                           |                      | 32.- POPOUTS                     |                |                                |                      |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"               |                      | 33.- BOMBEO                      |                |                                |                      |
|  |                | 25.- ESCALA                                  |                      | 34.- PUNZONAMIENTO               |                |                                |                      |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA              |                      | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                |                                |                      |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA                 |                      | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                |                                |                      |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES                        |                      | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                |                                |                      |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)        |                      | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                |                                |                      |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)       |                      | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                |                                |                      |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )                                   |                      | MODERADA ( M )                   |                | GRAVE ( G )                    |                      |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 072.00                                   |                      | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |                      |
|  | FINAL :        | 0 + 108.00                                   |                      |                                  |                |                                |                      |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO                                 | LADO IZQUIERDO       | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO                   |                      |
| P<br>A<br>Ñ<br>O<br>S  | 41             | 42   | 31                   | 31                               | L              | L                              |                      |
|  | 43             | 44   | 31                   | -                                | L              | -                              |                      |
|  | 45             | 46   | 22                   | -                                | M              | -                              |                      |
|  | 47             | 48   | -                    | -                                | -              | -                              |                      |
|  | 49             | 50   | 31                   | -                                | L              | -                              |                      |
|  | 51             | 52   | -                    | -                                | -              | -                              |                      |
|  | 53             | 54   | 31                   | 28                               | L              | M                              |                      |
|  | 55             | 56   | -                    | -                                | -              | -                              |                      |
|  | 57             | 58   | -                    | 31                               | -              | L                              |                      |
|  | 59             | 60   | 28                   | 28                               | M              | M                              |                      |

ANEXO 3.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M) - 03

|               |                   | <h1 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</h1> <h2 style="margin: 0;">EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 03</h2> |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
|--|-------------------|--|---|----------|------------------------|------------|-------|--|----|---------------------------------------|----|-------|----|----------|----|-------|----|----|----|-------|------------|--------------------|-------|
|  |                   | Nombre de la vía: Avenida : PAKAMUROS  |   |          | Ubicación:             |            |       | Esquema: Ver lámina A - 03   |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| Evaluado por:  |                   | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel   |   |          | Jaén, Jaén - Cajamarca |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |                   | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando   |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |                   | Unidad de Muestra :  |   | 3        |                        | Fecha:     |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |                   | Area Muestra:  |   | 20 paños |                        | 31/01/2020 |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND) |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                   |  | 32.- POPOUTS                                      |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 23.- LOSA DIVIDIDA   |                   |  | 33.- BOMBEO                                       |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 25.- ESCALA  |                   |  | 34.- PUNZONAMIENTO                                |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                   |  | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                   |  | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                    |                   |  | 37.- GRIETA DE RETRACCION                         |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)   |                   |  | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA                  |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)  |                   |  | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA                    |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 31.- PULIMENTOS DE AGREGADOS   |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| FALLAS EXISTENTES  |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| Código de Falla  | Severidad         | Cantidades parciales por paños o losas   |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |       |
|  |                   | 41   | 42  | 43       | 44                     | 45         | 46    | 47   | 48 | 49                                    | 50 | 51    | 52 | 53       | 54 | 55    | 56 | 57 | 58 |       |            |                    | 59    |
| 22   | M                 |  |   |          |                        | 1          |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       | 1          | 5.00               | 7.20  |
| 28   | M                 |  |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    | 1        |    |       |    |    |    | 1     | 1          | 15.00              | 11.50 |
| 31   | L                 | 1  | 1   | 1        |                        |            |       |  | 1  |                                       |    |       |    | 1        |    |       |    |    | 1  |       | 6          | 30.00              | 5.30  |
|  |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    | Numero de deducidos ( q ) :           |    | 3.00  |    | Tota VD= |    | 24.00 |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    | Valor deducido mas alto (max q) :     |    | 11.50 |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    | Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : |    | 9.13  |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    | Max. Valor deducido corregido(CDV) :  |    | 16.59 |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| CALCULO DEL PCI  |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| Nº   | Valores deducidos |  |   |          | TOTAL                  | q          | CDV   |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 1  | 11.50             | 7.20   | 5.30  |          | 24.00                  | 3          | 13.8  |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 2  | 11.50             | 7.20   | 2.00  |          | 20.70                  | 2          | 16.59 |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| 3  | 11.50             | 2.00   | 2.00  |          | 15.50                  | 1          | 15.5  |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
|  |                   |  |   |          | Max. CDV =             |            | 16.59 |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 83.41 ..... RANGO (85 - 70), CLASIFICACIÓN: MUY BUENO            |                   |  |   |          |                        |            |       |  |    |                                       |    |       |    |          |    |       |    |    |    |       |            |                    |       |


ANEXO 4: Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-05

|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                      |                                  |                   |                                |  |
|--|----------------|--|----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                      |                                  |                   |                                |  |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                      |                                  |                   |                                |  |
|  |                | HOJA DE REGISTO POR UNIDAD DE MUESTREO                                       |                      |                                  |                   |                                |  |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                      |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén Cajamarca           |  |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                      |                                  |                   |                                |  |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 0 + 144.00   | Unidad de Muestra: 5 |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |  |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 0 + 180.00   | Muestra Total: 36    |                                  |                   |                                |  |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                      |                                  |                   |                                |  |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                      | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |  |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                      | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |  |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                      | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |  |
|  |                | 25.- ESCALA  |                      | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |  |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                      | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |  |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                      | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |  |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                      | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |  |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                      | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |  |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                      | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |  |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                      | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE ( G )                    |  |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 144.00   |                      | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |  |
|  | FINAL :        | 0 + 180.00   |                      |                                  |                   |                                |  |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO       | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |  |
| P A Ñ O S  | 81             | 82   | 31                   | -                                | L                 | -                              |  |
|  | 83             | 84   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 85             | 86   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 87             | 88   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 89             | 90   | 36                   | 36                               | H                 | H                              |  |
|  | 91             | 92   | 36                   | 36                               | H                 | H                              |  |
|  | 93             | 94   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 95             | 96   | 31                   | -                                | L                 | -                              |  |
|  | 97             | 98   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 99             | 100  | -                    | -                                | -                 | -                              |  |


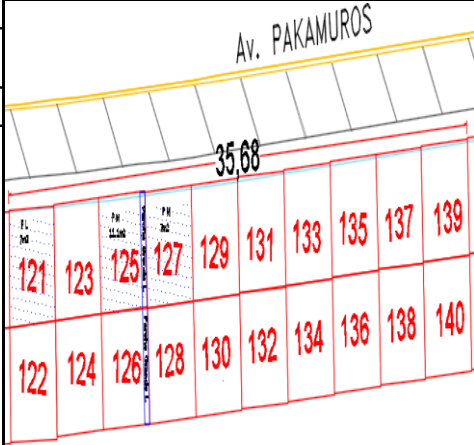
ANEXO 4.1 Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 05

|   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
|---|--|--|---|----------|----|-------|------------------------|----------------------------|----|------------|----|--|----|-------|----|-----------|----|-------|----|-------|------------|--------------------|----|-----|--|---|-------|-------|
|   | <b>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 05</b> |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| Nombre de la vía:   | Avenida : PAKAMUROS  |  |   |          |    |       | Ubicación:             | Esquema: Ver lámina A - 05 |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| Evaluado por:   | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel   |  |   |          |    |       | Jaén, Jaén - Cajamarca |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
|   | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando   |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
|   | Unidad de Muestra :  |  |   | 5        |    |       | Fecha:                 |                            |    | 31/01/2020 |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
|   | Área Muestra:  |  |   | 20 paños |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| <b>TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)</b> |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA  |  |  | 32.- POPOUTS                                      |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 23.- LOSA DIVIDIDA  |  |  | 33.- BOMBEO                                       |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 25.- ESCALA   |  |  | 34.- PUNZONAMIENTO                                |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA   |  |  | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA  |  |  | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                           |  |  | 37.- GRIETA DE RETRACCIÓN                         |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)  |  |  | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA                  |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)   |  |  | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA                    |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS   |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>  |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| Código de Falla   | Severidad  | Cantidades parciales por paños o losas |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |    |     |  |   |       |       |
|   |  | 81                                     | 82  | 83       | 84 | 85    | 86                     | 87                         | 88 | 89         | 90 | 91   | 92 | 93    | 94 | 95        | 96 | 97    | 98 |       |            |                    | 99 | 100 |  |   |       |       |
| 31  | L  | 1                                      |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       | 1  |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  | 2 | 10.00 | 1.30  |
| 36  | H  |  |   |          |    |       |                        |                            | 1  | 1          | 1  | 1  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  | 4 | 20.00 | 29.10 |
|   |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    | Numero de deducidos ( q ) :                |    | 2.00  |    | Total VD= |    | 30.40 |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
|   |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    | Valor deducido mas alto (max q) :          |    | 29.10 |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
|   |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    | Nº Max. admisible de deducidos(#aq) :      |    | 10.00 |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
|   |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    | Max. Valor deducido corregido(CDV) :       |    | 31.10 |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
|   |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    | $\#aq = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \max q)$ |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>  |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| Nº  | Valores deducidos  |  |   |          |    | TOTAL | q                      | CDV                        |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 1   | 29.10  | 1.30                                   |   |          |    | 30.40 | 2                      | 24.82                      |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| 2   | 29.10  | 2.00                                   |   |          |    | 31.10 | 1                      | 31.10                      |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
|   |  |  |   |          |    |       | Max. CDV =             | 31.10                      |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 68.90 ..... RANGO (70 - 55), CLASIFICACIÓN: BUENO                       |  |  |   |          |    |       |                        |                            |    |            |    |  |    |       |    |           |    |       |    |       |            |                    |    |     |  |   |       |       |


ANEXO 5: Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-07

|         |  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                                  |                          |                |                                |                      |
|--|--|--|----------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------------|----------------------|
|  |  | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                                  |                          |                |                                |                      |
|  |  | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                                  |                          |                |                                |                      |
|  |  | HOJA DE REGISTO POR UNIDAD DE MUESTREO                                       |                                  |                          |                |                                |                      |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |  | Avenida Pakamuros  |                                  |                          |                | <b>Ubicación:</b>              | Jaén- Jaén Cajamarca |
| <b>Evaluado por:</b>   |  | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                                  |                          |                |                                |                      |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |  | 0 + 216.00   | Unidad de Muestra: 7             |                          |                | <b>Fecha:</b>                  | 20/12/2019           |
| <b>Progresiva final:</b>   |  | 0 + 252.00   | Muestra Total: 36                |                          |                |                                |                      |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |  |  |                                  |                          |                |                                |                      |
|  | 22.- GRIETA DE ESQUINA                 |  | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                          |                |                                |                      |
|  | 23.- LOSA DIVIDIDA                     |  | 32.- POPOUTS                     |                          |                |                                |                      |
|  | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"         |  | 33.- BOMBEO                      |                          |                |                                |                      |
|  | 25.- ESCALA                            |  | 34.- PUNZONAMIENTO               |                          |                |                                |                      |
|  | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA        |  | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                          |                |                                |                      |
|  | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA           |  | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                          |                |                                |                      |
|  | 28.- GRIETAS LINEALES                  |  | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                          |                |                                |                      |
|  | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |  | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                          |                |                                |                      |
|  | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2) |  | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                          |                |                                |                      |
|  | SEVERIDAD                              |  | LEVE ( L )                       |                          | MODERADA ( M ) |                                | GRAVE ( G )          |
| PROGRESIVA   | INICIAL:                               | 0 + 216.00   |                                  | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA |                | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |                      |
|  | FINAL :                                | 0 + 252.00   |                                  |                          |                |                                |                      |
|  | LADO IZQUIERDO                         | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO                   | LADO DERECHO             | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO                   |                      |
| P A Ñ O S  | 121                                    | 122  | 31                               | -                        | L              | -                              |                      |
|  | 123                                    | 124  | -                                | -                        | -              | -                              |                      |
|  | 125                                    | 126  | 29, 31                           | 29                       | M, M           | M                              |                      |
|  | 127                                    | 128  | 31                               | -                        | M              | -                              |                      |
|  | 129                                    | 130  | -                                | -                        | -              | -                              |                      |
|  | 131                                    | 132  | -                                | -                        | -              | -                              |                      |
|  | 133                                    | 134  | -                                | -                        | -              | -                              |                      |
|  | 135                                    | 136  | -                                | -                        | -              | -                              |                      |
|  | 137                                    | 138  | -                                | -                        | -              | -                              |                      |
|  | 139                                    | 140  | -                                | -                        | -              | -                              |                      |


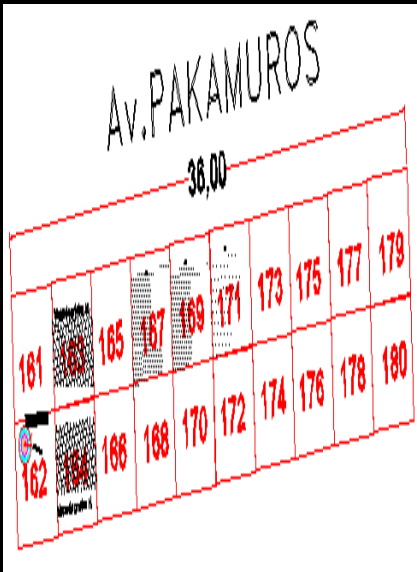
ANEXO 5.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 07

|    |                          | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
|---|--------------------------|--|-----|-----|----------|-----|-----|------------------------|-----|---|------------|-----|-----|---|-----|-----|-----|-------------------|--------------|-----------------|-------------------|---------------------------|---|-------|------|
|   |                          | <b>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 07</b> |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
| <b>Nombre de la vía:</b>  |                          | Avenida : PAKAMUROS  |     |     |          |     |     | <b>Ubicación:</b>      |     |   |            |     |     | Esquema: Ver lámina A - 07  |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
| <b>Evaluado por:</b>  |                          | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel   |     |     |          |     |     | Jaén, Jaén - Cajamarca |     |   |            |     |     |  |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
|   |                          | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
|   |                          | <b>Unidad de Muestra :</b>   |     |     | 7        |     |     | <b>Fecha:</b>          |     |   | 31/01/2020 |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
|   |                          | <b>Area Muestra:</b>   |     |     | 20 paños |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
| <b>TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)</b>   |                          |  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA<br>23.- LOSA DIVIDIDA<br>25.- ESCALA<br>26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA<br>27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA<br>28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)<br>29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)<br>30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)<br>31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS |                          |  |     |     |          |     |     |                        |     | 32.- POPOUTS<br>33.- BOMBEO<br>34.- PUNZONAMIENTO<br>35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA<br>36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO<br>37.- GRIETA DE RETRACCION<br>38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA<br>39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>  |                          |  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
| <b>Código de Falla</b>  | <b>Severidad</b>         | <b>Cantidades parciales por paños o losas</b>  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              | <b>Total</b>    | <b>Densidad %</b> | <b>Valor deducido (q)</b> |   |       |      |
|   | ad                       | 121  | 122 | 123 | 124      | 125 | 126 | 127                    | 128 | 129   | 130        | 131 | 132 | 133   | 134 | 135 | 136 | 137               | 138          | 139             | 140               |                           |   |       |      |
| 29  | H                        |  |     |     |          | 1   | 1   |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           | 2 | 10.00 | 15.7 |
| 31  | L,M                      | 1  |     |     |          | 1   |     | 1                      |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           | 3 | 15.00 | 2.8  |
|   |                          |  |     |     |          |     |     |                        |     | Numero de deducidos ( q ) : 2.00<br>Valor deducido mas alto (max q) : 5.80<br>Nº Max. admisible de deducidos(#faq) : 9.7<br>Max. Valor deducido corregido(CDV) : 17.70  |            |     |     |   |     |     |     |                   |              | <b>Tota VD=</b> |                   | 18.50                     |   |       |      |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>  |                          |  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |
| <b>Nº</b>   | <b>Valores deducidos</b> |  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   | <b>TOTAL</b> | <b>q</b>        | <b>CDV</b>        |                           |   |       |      |
| 1   | 15.70                    | 2.80   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              | 18.50           | 2                 | 14.65                     |   |       |      |
| 2   | 15.70                    | 2.00   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              | 17.70           | 1                 | 17.70                     |   |       |      |
|   |                          |  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     | <b>Max. CDV =</b> |              | 17.70           |                   |                           |   |       |      |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 82.30 ..... RANGO ( 85 - 70), CLASIFICACIÓN: MUY BUENO  |                          |  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |              |                 |                   |                           |   |       |      |

ANEXO 6. Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-09


|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  |                      |                                  |                   |                                |  |
|--|----------------|---|----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO  |                      |                                  |                   |                                |  |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                              |                      |                                  |                   |                                |  |
|  |                | HOJA DE REGISTO POR UNIDAD DE MUESTREO                                    |                      |                                  |                   |                                |  |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros   |                      |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén Cajamarca           |  |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                      |                                  |                   |                                |  |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 0 + 288.00  | Unidad de Muestra: 9 |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |  |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 0 + 324.00  | Muestra Total: 36    |                                  |                   |                                |  |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |   |                      |                                  |                   |                                |  |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA  |                      | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |  |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA  |                      | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |  |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"  |                      | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |  |
|  |                | 25.- ESCALA   |                      | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |  |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA   |                      | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |  |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA  |                      | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |  |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES   |                      | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |  |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)                                     |                      | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |  |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                    |                      | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |  |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )  |                      | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE ( G )                    |  |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 288.00  |                      | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |  |
|  | FINAL :        | 0 + 324.00  |                      |                                  |                   |                                |  |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO  | LADO IZQUIERDO       | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |  |
| P A Ñ O S  | 161            | 162   | -                    | 36                               | -                 | H                              |  |
|  | 163            | 164   | 36                   | 36                               | H                 | H                              |  |
|  | 165            | 166   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 167            | 168   | 31                   | -                                | M                 | -                              |  |
|  | 169            | 170   | 31                   | -                                | M                 | -                              |  |
|  | 171            | 172   | 31                   | -                                | L                 | -                              |  |
|  | 173            | 174   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 175            | 176   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 177            | 178   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 179            | 180   | -                    | -                                | -                 | -                              |  |

ANEXO 6.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 09


|   |  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
|---|--|--|-----|--|-----|----------|-----|-----|---|-----|------------------------|-----|-----|-----|----------------------------|-----|------------|--|-------|------------|--------------------|-----|-------|-------|--|
|                      | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
|   | <b>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 09</b> |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| Nombre de la vía:   | Avenida : PAKAMUROS  |  |     |  |     |          |     |     |   |     | Ubicación:             |     |     |     | Esquema: Ver lámina A - 09 |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| Evaluado por:   | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel   |  |     |  |     |          |     |     |   |     | Jaén, Jaén - Cajamarca |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
|   | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando   |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
|   | Unidad de Muestra :  |  |     |  |     | 9        |     |     |   |     | Fecha:                 |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
|   | Area Muestra:  |  |     |  |     | 20 paños |     |     |   |     | 31/01/2020             |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| <b>TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)</b> |  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA  |  |  |     |  |     |          |     |     | 32.- POPOUTS                                      |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| 23.- LOSA DIVIDIDA  |  |  |     |  |     |          |     |     | 33.- BOMBEO                                       |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| 25.- ESCALA   |  |  |     |  |     |          |     |     | 34.- PUNZONAMIENTO                                |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA   |  |  |     |  |     |          |     |     | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA  |  |  |     |  |     |          |     |     | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                           |  |  |     |  |     |          |     |     | 37.- GRIETA DE RETRACCION                         |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)  |  |  |     |  |     |          |     |     | 38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA                    |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)   |  |  |     |  |     |          |     |     | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA                      |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS   |  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>  |  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| Código de Falla   | Severidad  | Cantidades parciales por paños o losas |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |     |       |       |  |
|   |  | 161                                    | 162 | 163  | 164 | 165      | 166 | 167 | 168   | 169 | 170                    | 171 | 172 | 173 | 174                        | 175 | 176        | 177  |       |            |                    | 178 | 179   | 180   |  |
| 31  | L,M  |  |     |  |     |          | 1   | 1   |   | 1   |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    | 3   | 15.00 | 2.80  |  |
| 36  | H  |  | 1   | 1  | 1   |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    | 3   | 15.00 | 24.20 |  |
|   |  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
|   |  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     | Total VD=  |  | 27.00 |            |                    |     |       |       |  |
| $\#aq = 1 + 9/98 * (100 - \max q)$  |  | Numero de deducidos ( q ) :            |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  | 2.00  |            |                    |     |       |       |  |
|   |  | Valor deducido mas alto (max q) :      |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  | 24.20 |            |                    |     |       |       |  |
|   |  | Nº Max. admisible de deducidos(#aq) :  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  | 8.0   |            |                    |     |       |       |  |
|   |  | Max. Valor deducido corregido(CDV) :   |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  | 26.20 |            |                    |     |       |       |  |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>  |  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| Nº  | Valores deducidos  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            | TOTAL  | q     | CDV        |                    |     |       |       |  |
| 1   | 24.20  | 2.80                                   |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            | 27.00  | 2     | 21.90      |                    |     |       |       |  |
| 2   | 24.20  | 2.00                                   |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            | 26.20  | 1     | 26.20      |                    |     |       |       |  |
|   |  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     | Max. CDV = |  | 26.20 |            |                    |     |       |       |  |
| PCI = 100 - Max. CDV  |  |  |     |  |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |
| PCI =   |  | 73.80                                  |     | RANGO ( 85 - 70), CLASIFICACIÓN: MUY BUENO |     |          |     |     |   |     |                        |     |     |     |                            |     |            |  |       |            |                    |     |       |       |  |

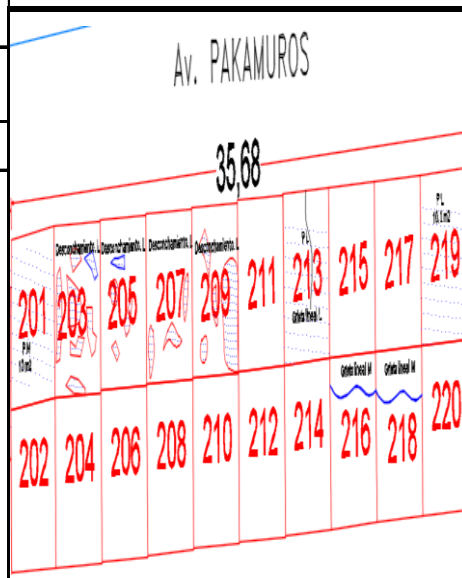


ANEXO 7. Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-11


|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                       |                                  |                   |                                |              |
|--|----------------|--|-----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                       |                                  |                   |                                |              |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                       |                                  |                   |                                |              |
|  |                | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO                                      |                       |                                  |                   |                                |              |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                       |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén<br>Cajamarca        |              |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                       |                                  |                   |                                |              |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 0 + 360.00   | Unidad de Muestra: 11 |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |              |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 0 + 396.00   | Muestra Total: 36     |                                  |                   |                                |              |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                       |                                  |                   |                                |              |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                       | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |              |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                       | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |              |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                       | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |              |
|  |                | 25.- ESCALA  |                       | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |              |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                       | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |              |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                       | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |              |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                       | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |              |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                       | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |              |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                       | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |              |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                       | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE ( G )                    |              |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 360.00   |                       | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |              |
|  | FINAL :        | 0 + 396.00   |                       | LADO IZQUIERDO                   | LADO DERECHO      | LADO IZQUIERDO                 | LADO DERECHO |
| P<br>A<br>Ñ<br>O<br>S  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO        | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |              |
|  | 201            | 202  | 31                    | -                                | M                 | -                              |              |
|  | 203            | 204  | 36                    | -                                | H                 | -                              |              |
|  | 205            | 206  | 36                    | -                                | H                 | -                              |              |
|  | 207            | 208  | 36                    | -                                | H                 | -                              |              |
|  | 209            | 210  | 36                    | -                                | H                 | -                              |              |
|  | 211            | 212  | -                     | -                                | -                 | -                              |              |
|  | 213            | 214  | 28,31                 | -                                | M,L               | -                              |              |
|  | 215            | 216  | -                     | 28                               | -                 | M                              |              |
|  | 217            | 218  | -                     | 28                               | -                 | M                              |              |
| 219  | 220            | 31   | -                     | L                                | -                 |                                |              |

ANEXO 7.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 11


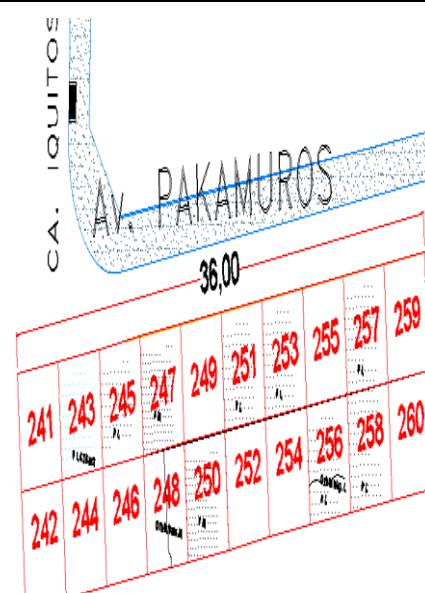
|   |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|---|--|--|------|----------|-----|-----|------------------------|-----|-----|----------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|---|-------------|-------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------|---|--|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|
|    | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   | <b>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 11</b> |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| Nombre de la vía:   | Avenida : PAKAMUROS  |  |      |          |     |     | Ubicación:             |     |     | Esquema: Ver lámina A - 11 |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| Evaluado por:   | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel   |  |      |          |     |     | Jaén, Jaén - Cajamarca |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando   |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   | Unidad de Muestra :  |  |      | 11       |     |     | Fecha:                 |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   | Area Muestra:  |  |      | 20 paños |     |     | 31/01/2020             |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| <b>TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CEMENTO DE CEMENTO PORTLAND)</b>  |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| <table border="0"> <tr> <td>22.- GRIETA DE ESQUINA</td> <td>32.- POPOUTS</td> </tr> <tr> <td>23.- LOSA DIVIDIDA</td> <td>33.- BOMBEO</td> </tr> <tr> <td>25.- ESCALA</td> <td>34.- PUNZONAMIENTO</td> </tr> <tr> <td>26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</td> <td>35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</td> </tr> <tr> <td>27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</td> <td>36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</td> </tr> <tr> <td>28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales,transversales y diagonales)</td> <td>37.- GRIETA DE RETRACCION</td> </tr> <tr> <td>29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)</td> <td>38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</td> </tr> <tr> <td>30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</td> <td>39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</td> </tr> <tr> <td>31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS</td> <td></td> </tr> </table> |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       | 22.- GRIETA DE ESQUINA                | 32.- POPOUTS | 23.- LOSA DIVIDIDA                            | 33.- BOMBEO | 25.- ESCALA | 34.- PUNZONAMIENTO | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO | 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales,transversales y diagonales) | 37.- GRIETA DE RETRACCION | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS |  |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA  | 32.- POPOUTS   |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 23.- LOSA DIVIDIDA  | 33.- BOMBEO  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 25.- ESCALA   | 34.- PUNZONAMIENTO   |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA   | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA   |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA  | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO                                    |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales,transversales y diagonales)  | 37.- GRIETA DE RETRACCION  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)  | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA   |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)   | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS   |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>  |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| Código de Falla   | Severidad  | Cantidades parciales por paños o losas |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          | Total                        | Densidad %  | Valor deducido (q)   |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   |  | 201                                    | 202  | 203      | 204 | 205 | 206                    | 207 | 208 | 209                        | 210   | 211                                   | 212          | 213   | 214         | 215         | 216                | 217                             | 218                      |                              |   |  | 219                       | 220                                  |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 28  | M  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       | 1            |   |             | 1           |                    | 1                               |                          |                              |   | 3  | 15.00                     | 11.50                                |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 31  | L,M  | 1                                      |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       | 1            |   |             |             |                    |                                 | 1                        |                              |   | 3  | 15.00                     | 2.80                                 |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 36  | H  |  |      | 1        |     | 1   |                        | 1   | 1   |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   | 4  | 20.00                     | 24.20                                |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    | <b>Tota VD=</b>                 |                          | <b>38.50</b>                 |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| $m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$   |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       | Numero de deducidos ( q ) :           |              | 3.00  |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       | Valor deducido mas alto (max q) :     |              | 24.20   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       | Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : |              | 8.0   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       | Max. Valor deducido corregido(CDV) :  |              | 30.39   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>  |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       |                                       |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| Nº  | Valores deducidos  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            | TOTAL | q                                     | CDV          |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 1   | 24.20  | 11.50                                  | 2.80 |          |     |     |                        |     |     |                            | 38.50 | 3                                     | 24.29        |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 2   | 24.20  | 11.50                                  | 2.00 |          |     |     |                        |     |     |                            | 37.70 | 2                                     | 30.39        |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| 3   | 24.20  | 2.00                                   | 2.00 |          |     |     |                        |     |     |                            | 28.20 | 1                                     | 28.20        |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
|   |  |  |      |          |     |     |                        |     |     | <b>Max. CDV =</b>          |       | <b>30.39</b>                          |              |   |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |
| $PCI = 100 - Max. CDV$  |  |  |      |          |     |     |                        |     |     |                            |       | <b>PCI = 69.61</b>                    |              | <b>RANGO ( 70 - 55), CLASIFICACIÓN: BUENO</b> |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |  |                           |                                      |                                  |                                       |                                |                               |  |




ANEXO 8. Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-13

|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                          |                                  |                                |                   |                         |
|--|----------------|--|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                          |                                  |                                |                   |                         |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                          |                                  |                                |                   |                         |
|  |                | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO                                      |                          |                                  |                                |                   |                         |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                          |                                  |                                | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén<br>Cajamarca |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                          |                                  |                                |                   |                         |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 0 + 432.00   | Unidad de Muestra: 13    |                                  |                                | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019              |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 0 + 468.00   | Muestra Total: 36        |                                  |                                |                   |                         |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                          |                                  |                                |                   |                         |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                          | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                                |                   |                         |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                          | 32.- POPOUTS                     |                                |                   |                         |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                          | 33.- BOMBEO                      |                                |                   |                         |
|  |                | 25.- ESCALA  |                          | 34.- PUNZONAMIENTO               |                                |                   |                         |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                          | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                                |                   |                         |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                          | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                                |                   |                         |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                          | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                                |                   |                         |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                          | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                                |                   |                         |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                          | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                                |                   |                         |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                          | MODERADA ( M )                   |                                | GRAVE ( G )       |                         |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 432.00   | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA |                                  | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |                   |                         |
|  | FINAL :        | 0 + 468.00   |                          |                                  |                                |                   |                         |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO           | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO                 | LADO DERECHO      |                         |
| P A Ñ O S  | 241            | 242  | -                        | -                                | -                              | -                 |                         |
|  | 243            | 244  | 31                       | -                                | L                              | -                 |                         |
|  | 245            | 246  | 31                       | -                                | L                              |                   |                         |
|  | 247            | 248  | 31                       | 36                               | L                              | M                 |                         |
|  | 249            | 250  | -                        | 31                               | -                              | L                 |                         |
|  | 251            | 252  | 31                       | -                                | L                              | -                 |                         |
|  | 253            | 254  | 31                       | -                                | L                              | -                 |                         |
|  | 255            | 256  | -                        | 31,56                            |                                | L,M               |                         |
|  | 257            | 258  | 31                       | 31                               | L                              | L                 |                         |
|  | 259            | 260  | -                        | -                                |                                |                   |                         |


ANEXO 8.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 13

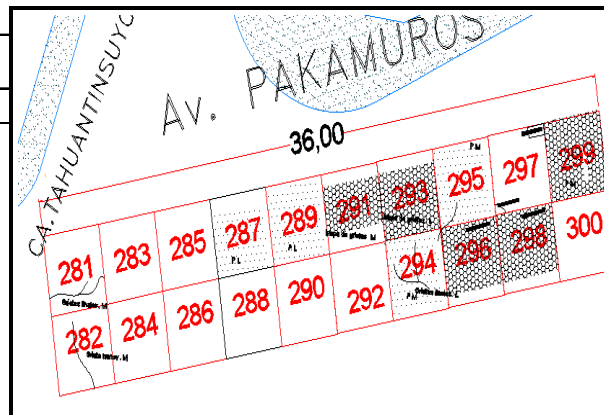
|               |                   | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
|--|-------------------|---|--|-----|----------|-----|-----|------------------------|-----|---|------------|-----|-----|--|-----|-----|-----|------------|-------|-------|------------|--------------------|-------|
|  |                   | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 13 |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| Nombre de la vía:  |                   | Avenida : PAKAMUROS   |  |     |          |     |     | Ubicación:             |     |   |            |     |     | Esquema: Ver lámina A - 13   |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| Evaluado por:  |                   | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel  |  |     |          |     |     | Jaén, Jaén - Cajamarca |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
|  |                   | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando  |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
|  |                   | Unidad de Muestra :   |  |     | 13       |     |     | Fecha:                 |     |   | 12/02/2020 |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
|  |                   | Area Muestra:   |  |     | 20 paños |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND) |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 32.- POPOUTS                                      |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| 23.- LOSA DIVIDIDA   |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 33.- BOMBEO                                       |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| 25.- ESCALA  |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 34.- PUNZONAMIENTO                                |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                    |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 37.- GRIETA DE RETRACCION                         |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)   |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA                    |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)  |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA                      |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS  |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| FALLAS EXISTENTES  |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| Código de Falla  | Severidad         | Cantidades parciales por paños o losas  |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |       |
|  |                   | 241   | 242  | 243 | 244      | 245 | 246 | 247                    | 248 | 249   | 250        | 251 | 252 | 253  | 254 | 255 | 256 | 257        | 258   |       |            |                    | 259   |
| 28   | H                 |   |  |     |          |     |     | 1                      |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       | 2          | 10.00              | 19.20 |
| 31   | L,M               |   |  | 1   |          | 1   |     | 1                      |     | 1   | 1          |     | 1   |  |     |     | 1   | 1          | 1     |       | 9          | 45.00              | 6.80  |
| $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     | Total VD=  |       | 26.00 |            |                    |       |
| Numero de deducidos (#q) :   |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 2.00  |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| Valor deducido mas alto (max q) :  |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 19.20   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| Nº Max. admisible de deducidos(#aq) :  |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 8.4   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| Max. Valor deducido corregido(CDV) :   |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     | 21.20   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| CALCULO DEL PCI  |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| Nº   | Valores deducidos |   |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            | TOTAL | q     | CDV        |                    |       |
| 1  | 19.20             | 6.80  |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       | 26.00 | 2          | 21.06              |       |
| 2  | 19.20             | 2.00  |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       | 21.20 | 1          | 21.20              |       |
|  |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     | Max. CDV = |       | 21.20 |            |                    |       |
| PCI = 100 - Max. CDV   |                   |   |  |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |
| PCI =  |                   | 78.80   | RANGO ( 85 - 70), CLASIFICACIÓN: MUY BUENO |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |  |     |     |     |            |       |       |            |                    |       |

ANEXO 9. Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-15


|         |                 | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                       |                                  |                   |                                |  |
|--|-----------------|--|-----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|
|  |                 | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                 | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                 | HOJA DE REGISTO POR UNIDAD DE MUESTREO                                       |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                 | Avenida Pakamuros  |                       |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén<br>Cajamarca        |  |
| <b>Evaluado por:</b>   |                 | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                 | 0 + 504.00   | Unidad de Muestra: 15 |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |  |
| <b>Progresiva final:</b>   |                 | 0 + 540.00   | Muestra Total: 36     |                                  |                   |                                |  |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                 |  |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                 | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                       | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |  |
|  |                 | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                       | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |  |
|  |                 | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                       | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |  |
|  |                 | 25.- ESCALA  |                       | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |  |
|  |                 | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                       | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |  |
|  |                 | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                       | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |  |
|  |                 | 28.- GRIETAS LINEALES  |                       | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |  |
|  |                 | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                       | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |  |
|  |                 | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                       | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |  |
| SEVERIDAD  |                 | LEVE ( L )   |                       | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE ( G )                    |  |
| PROGRESIVA   | <b>INICIAL:</b> | 0 + 504.00   |                       | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |  |
|  | <b>FINAL :</b>  | 0 + 540.00   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  | LADO IZQUIERDO  | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO        | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |  |
| P A Ñ O S  | 281             | 282  | 28                    | 28                               | M                 | M                              |  |
|  | 283             | 284  | -                     | 28                               | M                 | -                              |  |
|  | 285             | 286  | -                     | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 287             | 288  | 31                    | -                                | M                 | -                              |  |
|  | 289             | 290  | 31                    | -                                | M                 | -                              |  |
|  | 291             | 292  | 36                    | -                                | M                 | -                              |  |
|  | 293             | 294  | 36                    | 31                               | M                 | M                              |  |
|  | 295             | 296  | 31                    | 36                               | M                 | M                              |  |
|  | 297             | 298  | 22,30                 | 36                               | M,M               | M                              |  |
|  | 299             | 300  | 36                    | -                                | M                 | -                              |  |

ANEXO 9.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 15

|    |                   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
|---|-------------------|---|------|------|------|--|-----|-----|-----|---|-------------------|-----------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----|-------|------------|--------------------|-------|
| <b>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 15</b>  |                   |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| <b>Nombre de la vía:</b> Avenida : PAKAMUROS  |                   |   |      |      |      | <b>Ubicación:</b> Jaén, Jaén - Cajamarca |     |     |     |   |                   | <b>Esquema:</b> Ver lámina A - 15 |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| <b>Evaluado por:</b> Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel   |                   |   |      |      |      | Jaén, Jaén - Cajamarca                   |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| <b>Evaluado por:</b> Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando   |                   |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| <b>Unidad de Muestra :</b> 15   |                   |   |      |      |      | <b>Fecha:</b> 31/01/2020                 |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| <b>Area Muestra:</b> 20 paños   |                   |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| <b>TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CEMENTO DE CEMENTO PORTLAND)</b>  |                   |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA<br>23.- LOSA DIVIDIDA<br>25.- ESCALA<br>26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA<br>27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA<br>28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)<br>29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)<br>30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)<br>31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS |                   |   |      |      |      |  |     |     |     | 32.- POPOUTS<br>33.- BOMBEO<br>34.- PUNZONAMIENTO<br>35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA<br>36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO<br>37.- GRIETA DE RETRACCION<br>38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA<br>39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>  |                   |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| Código de Falla   | Severidad         | Cantidades parciales por paños o losas  |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |       |
|   |                   | 281   | 282  | 283  | 284  | 285                                      | 286 | 287 | 288 | 289   | 290               | 291                               | 292   | 293 | 294 | 295 | 296 | 297             | 298 |       |            |                    | 299   |
| 22  | M                 |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     | 1               |     |       | 1          | 5.00               | 7.20  |
| 28  | M                 | 1   | 1    |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       | 3          | 15.00              | 11.50 |
| 30  | M                 |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 | 1   |       | 1          | 5.00               | 0.90  |
| 31  | M                 |   |      |      |      |  |     |     | 1   |   | 1                 |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       | 4          | 20.00              | 3.80  |
| 36  | H                 |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   | 1     |     |     |     |     |                 | 1   | 1     | 5          | 25.00              | 33.00 |
|   |                   |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     | <b>Tota VD=</b> |     | 49.20 |            |                    |       |
| $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$  |                   | Numero de deducidos (#q) : 5.00<br>Valor deducido mas alto (max q) : 33.00<br>Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : 7.2<br>Max. Valor deducido corregido(CDV) : 41.00 |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>  |                   |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| Nº  | Valores deducidos |   |      |      |      |  |     |     |     |   | TOTAL             | q                                 | CDV   |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| 1   | 33.00             | 11.50   | 7.20 | 3.80 | 0.90 |  |     |     |     |   | 56.40             | 5                                 | 27.84 |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| 2   | 33.00             | 11.50   | 7.20 | 3.80 | 2.00 |  |     |     |     |   | 57.50             | 4                                 | 33.70 |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| 3   | 33.00             | 11.50   | 7.20 | 2.00 | 2.00 |  |     |     |     |   | 55.70             | 3                                 | 35.99 |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| 4   | 33.00             | 11.50   | 2.00 | 2.00 | 2.00 |  |     |     |     |   | 50.50             | 2                                 | 39.82 |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| 5   | 33.00             | 2.00  | 2.00 | 2.00 | 2.00 |  |     |     |     |   | 41.00             | 1                                 | 41.00 |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
|   |                   |   |      |      |      |  |     |     |     |   | <b>Max. CDV =</b> |                                   | 41.00 |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 59.00 ..... RANGO ( 70 - 55), CLASIFICACIÓN: BUENO  |                   |   |      |      |      |  |     |     |     |   |                   |                                   |       |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |



ANEXO 10. *Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-17*


|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                       |                                  |                   |                                |  |
|--|----------------|--|-----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | HOJA DE REGISTO POR UNIDAD DE MUESTREO                                       |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                       |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén Cajamarca           |  |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 0 + 576.00   | Unidad de Muestra: 17 |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |  |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 0 + 612.00   | Muestra Total: 36     |                                  |                   |                                |  |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                       | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |  |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                       | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |  |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                       | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |  |
|  |                | 25.- ESCALA  |                       | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |  |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                       | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |  |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                       | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |  |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                       | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |  |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                       | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |  |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                       | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |  |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                       | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE (G)                      |  |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 576.00   |                       | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |  |
|  | FINAL :        | 0 + 612.00   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO        | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |  |
| P A Ñ O S  | 321            | 322  | -                     | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 323            | 324  | -                     | 31                               | -                 | M                              |  |
|  | 325            | 326  | 31                    | -                                | M                 | -                              |  |
|  | 327            | 328  | 22,31                 | 22,28                            | M,M               | M,M                            |  |
|  | 329            | 330  | -                     | 31                               | -                 | M                              |  |
|  | 331            | 332  | 31                    | 31                               | M                 | M                              |  |
|  | 333            | 334  | 31                    | 31                               | M                 | M                              |  |
|  | 335            | 336  | -                     | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 337            | 338  | 31                    | 31                               | M                 | M                              |  |
|  | 339            | 340  | 31                    | -                                | M                 | -                              |  |

ANEXO 10.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 17



| UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
|--|---|--|------------------------|----------|-------------------|----------|-------|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|-------|----------|-----|-------|-----|-----|-----|-------|------------|--------------------|-------|-------|
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 17                  |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| Nombre de la vía:  | Avenida : PAKAMUROS                               | Ubicación:                             | Jaén, Jaén - Cajamarca | Esquema: | Ver lámina A - 17 |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| Evaluado por:  | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel                | Unidad de Muestra :                    | 17                     | Fecha:   | 12/02/2020        |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
|  | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando            |  | Area Muestra:          |          |                   | 20 paños |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND) |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA   | 32.- POPOUTS                                      |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 23.- LOSA DIVIDIDA   | 33.- BOMBEO                                       |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 25.- ESCALA  | 34.- PUNZONAMIENTO                                |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                    | 37.- GRIETA DE RETRACCION                         |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)   | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA                      |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)  |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS  |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
|  |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| FALLAS EXISTENTES  |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| Código de Falla  | Severidad   | Cantidades parciales por paños o losas |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |       |       |
|  |   | 321                                    | 322                    | 323      | 324               | 325      | 326   | 327 | 328 | 329 | 330                                   | 331 | 332   | 333      | 334 | 335   | 336 | 337 | 338 |       |            |                    | 339   | 340   |
| 22   | M   |  |                        |          |                   |          |       | 1   | 1   |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            | 2                  | 10.00 | 14.50 |
| 28   | M   |  |                        |          |                   |          |       |     |     | 1   |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            | 1                  | 5.00  | 4.00  |
| 31   | M   |  |                        |          | 1                 | 1        |       | 1   |     |     | 1                                     | 1   | 1     | 1        |     |       | 1   | 1   | 1   |       |            | 11                 | 55.00 | 7.50  |
| $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     | Numero de deducidos (#q) :            |     | 3.00  | Tota VD= |     | 26.00 |     |     |     |       |            |                    |       |       |
|  |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     | Valor deducido mas alto (max q) :     |     | 14.50 |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
|  |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     | Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : |     | 8.9   |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
|  |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     | Max. Valor deducido corregido(CDV) :  |     | 19.37 |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| CALCULO DEL PCI  |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| Nº   | Valores deducidos                                 |  |                        |          | TOTAL             | q        | CDV   |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 1  | 14.50   | 7.50                                   | 4.00                   |          | 26.00             | 3        | 15.20 |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 2  | 14.50   | 7.50                                   | 2.00                   |          | 24.00             | 2        | 19.37 |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| 3  | 14.50   | 2.00                                   | 2.00                   |          | 18.50             | 1        | 18.50 |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
|  |   |  |                        |          | Max. CDV =        |          | 19.37 |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 80.63 ..... RANGO ( 85 - 70), CLASIFICACIÓN: MUY BUENO           |   |  |                        |          |                   |          |       |     |     |     |                                       |     |       |          |     |       |     |     |     |       |            |                    |       |       |




ANEXO 11. Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-19

|         |                 | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                              |                                  |                   |                                |            |
|--|-----------------|--|------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------|
|  |                 | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                              |                                  |                   |                                |            |
|  |                 | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                              |                                  |                   |                                |            |
|  |                 | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO                                      |                              |                                  |                   |                                |            |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                 | Avenida Pakamuros  |                              |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén<br>Cajamarca        |            |
| <b>Evaluado por:</b>   |                 | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                              |                                  |                   |                                |            |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                 | 0 + 648.00   | Unidad de Muestra: <b>19</b> |                                  |                   | <b>Fecha:</b>                  | 20/12/2019 |
| <b>Progresiva final:</b>   |                 | 0 + 684.00   | Muestra Total: <b>36</b>     |                                  |                   |                                |            |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                 |  |                              |                                  |                   |                                |            |
|  |                 | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                              | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |            |
|  |                 | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                              | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |            |
|  |                 | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                              | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |            |
|  |                 | 25.- ESCALA  |                              | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |            |
|  |                 | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                              | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |            |
|  |                 | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                              | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |            |
|  |                 | 28.- GRIETAS LINEALES  |                              | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |            |
|  |                 | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                              | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |            |
|  |                 | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                              | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |            |
| SEVERIDAD  |                 | LEVE ( L )   |                              | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE ( G )                    |            |
| PROGRESIVA   | <b>INICIAL:</b> | 0 + 648.00   |                              | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |            |
|  | <b>FINAL :</b>  | 0 + 684.00   |                              |                                  |                   |                                |            |
|  | LADO IZQUIERDO  | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO               | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |            |
| P A Ñ O S  | 361             | 362  | -                            | 31                               | -                 | M                              |            |
|  | 363             | 364  | -                            | -                                | -                 | -                              |            |
|  | 365             | 366  | -                            | -                                | -                 | -                              |            |
|  | 367             | 368  | 36                           | 31                               | M                 | M                              |            |
|  | 369             | 370  | 31                           | 31                               | M                 | M                              |            |
|  | 371             | 372  | 36                           | -                                | M                 |                                |            |
|  | 373             | 374  | 36                           | 31                               | M                 | M                              |            |
|  | 375             | 376  | 31                           | -                                | M                 | -                              |            |
|  | 377             | 378  | 31                           | -                                | M                 | -                              |            |
| 379  | 380             | -  | -                            | -                                | -                 |                                |            |


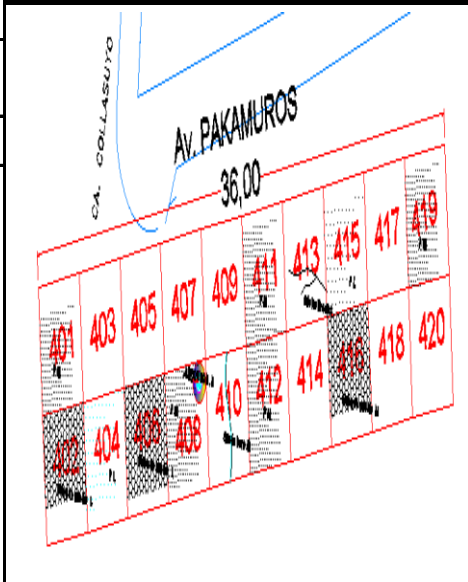
ANEXO 11.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 19

|    |                   | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
|---|-------------------|---|-----|-----|----------|-----|-----|------------------------|-----|---|------------|-----|-----|---|-----|-----|-----|-------------------|-------|--------------|------------|--------------------|-------|
|   |                   | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 19 |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
| Nombre de la vía:   |                   | Avenida : PAKAMUROS   |     |     |          |     |     | Ubicación:             |     |   |            |     |     | Esquema: Ver lámina A - 19  |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
| Evaluado por:   |                   | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel  |     |     |          |     |     | Jaén, Jaén - Cajamarca |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
|   |                   | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
|   |                   | Unidad de Muestra :   |     |     | 19       |     |     | Fecha:                 |     |   | 31/01/2020 |     |     |  |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
|   |                   | Area Muestra:   |     |     | 20 paños |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)  |                   |   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA<br>23.- LOSA DIVIDIDA<br>25.- ESCALA<br>26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA<br>27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA<br>28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)<br>29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)<br>30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)<br>31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS |                   |   |     |     |          |     |     |                        |     | 32.- POPOUTS<br>33.- BOMBEO<br>34.- PUNZONAMIENTO<br>35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA<br>36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO<br>37.- GRIETA DE RETRACCION<br>38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA<br>39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>  |                   |   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
| Código de Falla   | Severidad         | Cantidades parciales por paños o losas  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       | Total        | Densidad % | Valor deducido (q) |       |
|   |                   | 361   | 362 | 363 | 364      | 365 | 366 | 367                    | 368 | 369   | 370        | 371 | 372 | 373   | 374 | 375 | 376 | 377               | 378   |              |            |                    | 379   |
| 31  | M                 |   | 1   |     |          |     |     |                        | 1   | 1   | 1          |     |     |   | 1   | 1   |     |                   |       |              | 7          | 35.00              | 5.90  |
| 36  | H                 |   |     |     |          |     |     | 1                      |     |   |            | 1   |     | 1   |     |     |     |                   |       |              | 3          | 15.00              | 24.20 |
|   |                   |   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     | <b>Tota VD=</b>   |       | <b>30.10</b> |            |                    |       |
| $m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$   |                   |   |     |     |          |     |     |                        |     | Numero de deducidos (#q) : 2.00<br>Valor deducido mas alto (max q) : 24.20<br>Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : 8.0<br>Max. Valor deducido corregido(CDV) : 26.20   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>  |                   |   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |
| Nº  | Valores deducidos |   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   | TOTAL | q            | CDV        |                    |       |
| 1   | 24.20             | 5.90  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       | 30.10        | 2          | 24.58              |       |
| 2   | 24.20             | 2.00  |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       | 26.20        | 1          | 26.20              |       |
|   |                   |   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     | <b>Max. CDV =</b> |       | <b>26.20</b> |            |                    |       |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 73.80 ..... RANGO ( 85 - 70), CLASIFICACION: MUJ BUENO  |                   |   |     |     |          |     |     |                        |     |   |            |     |     |   |     |     |     |                   |       |              |            |                    |       |


ANEXO 12. Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-21

|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                       |                                  |                   |                                |  |
|--|----------------|--|-----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO                                      |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                       |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén<br>Cajamarca        |  |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 0 + 720.00   | Unidad de Muestra: 21 |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |  |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 0 + 756.00   | Muestra Total: 36     |                                  |                   |                                |  |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                       | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |  |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                       | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |  |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                       | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |  |
|  |                | 25.- ESCALA  |                       | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |  |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                       | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |  |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                       | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |  |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                       | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |  |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                       | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |  |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                       | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |  |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                       | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE ( G )                    |  |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 720.00   |                       | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |  |
|  | FINAL :        | 0 + 756.00   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO        | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |  |
| P A Ñ O S  | 401            | 402  | 31                    | 36                               | M                 | M                              |  |
|  | 403            | 404  | -                     | 31                               | -                 | M                              |  |
|  | 405            | 406  | -                     | 36                               | -                 | M                              |  |
|  | 407            | 408  | -                     | 31,36                            | -                 | M,M                            |  |
|  | 409            | 410  | -                     | 28                               | -                 | M                              |  |
|  | 411            | 412  | 31                    | 31                               | M                 | M                              |  |
|  | 413            | 414  | 28                    | -                                | M                 | -                              |  |
|  | 415            | 416  | 31                    | 36                               | M                 | M                              |  |
|  | 417            | 418  | -                     | -                                | -                 | -                              |  |
|  | 419            | 420  | 31                    | -                                | M                 | -                              |  |

ANEXO 12.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 21

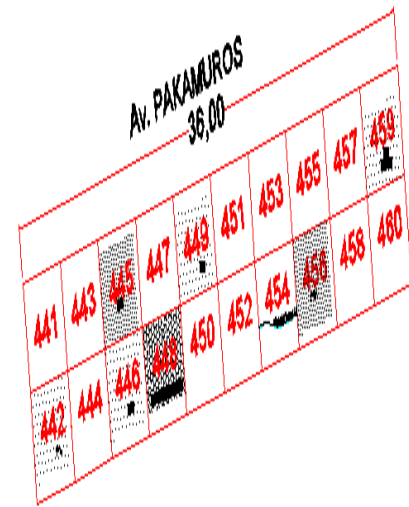
|               |                   | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
|--|-------------------|---|------|-----|----------|-----|-----|------------------------|-----|---|------------|-------|-------|--|-----|-----|-----|-----------|-----|-------|------------|--------------------|-------|
|  |                   | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 21 |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| Nombre de la vía:  |                   | Avenida : PAKAMUROS   |      |     |          |     |     | Ubicación:             |     |   |            |       |       | Esquema: Ver lámina A - 21   |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| Evaluado por:  |                   | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel  |      |     |          |     |     | Jaén, Jaén - Cajamarca |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
|  |                   | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando  |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
|  |                   | Unidad de Muestra :   |      |     | 21       |     |     | Fecha:                 |     |   | 31/01/2020 |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
|  |                   | Area Muestra:   |      |     | 20 paños |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND) |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     | 32.- POPOUTS  |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 23.- LOSA DIVIDIDA   |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     | 33.- BOMBEO   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 25.- ESCALA  |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     | 34.- PUNZONAMIENTO  |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA  |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                    |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     | 37.- GRIETA DE RETRACCION   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)   |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     | 38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA  |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)  |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA  |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 31.- PULMIENTOS DE AGREGADOS   |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| FALLAS EXISTENTES  |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| Código de Falla  | Severidad         | Cantidades parciales por paños o losas  |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |       |
|  |                   | 401   | 402  | 403 | 404      | 405 | 406 | 407                    | 408 | 409   | 410        | 411   | 412   | 413  | 414 | 415 | 416 | 417       | 418 |       |            |                    | 419   |
| 28   | M                 |   |      |     |          |     |     |                        |     | 1   |            |       | 1     |  |     |     |     |           |     |       | 2          | 10.00              | 7.80  |
| 31   | M                 | 1   |      |     | 1        |     |     |                        | 1   |   |            | 1     | 1     |  |     | 1   |     |           |     | 1     | 7          | 35.00              | 5.90  |
| 36   | H                 |   | 1    |     |          |     | 1   |                        | 1   |   |            |       |       |  |     | 1   |     |           |     |       | 4          | 20.00              | 29.10 |
|  |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     | Total VD= |     | 42.80 |            |                    |       |
| $m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$  |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     | Numero de deducidos (#q) : 3.00<br>Valor deducido mas alto (max q) : 29.10<br>Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : 7.5<br>Max. Valor deducido corregido(CDV) : 33.10 |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| CALCULO DEL PCI  |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| Nº   | Valores deducidos |   |      |     |          |     |     |                        |     | TOTAL   | q          | CDV   |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 1  | 29.10             | 7.80  | 5.90 |     |          |     |     |                        |     | 42.80   | 3          | 27.25 |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 2  | 29.10             | 7.80  | 2.00 |     |          |     |     |                        |     | 38.90   | 2          | 31.23 |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| 3  | 29.10             | 2.00  | 2.00 |     |          |     |     |                        |     | 33.10   | 1          | 33.10 |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
|  |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     |   | Max. CDV = |       | 33.10 |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 66.90 ..... RANGO ( 70 - 55), CLASIFICACIÓN: BUENO               |                   |   |      |     |          |     |     |                        |     |   |            |       |       |  |     |     |     |           |     |       |            |                    |       |

ANEXO 13. Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-23


|         |  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                              |                                  |                   |                                |             |
|--|--|--|------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------|
|  |  | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                              |                                  |                   |                                |             |
|  |  | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                              |                                  |                   |                                |             |
|  |  | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO                                      |                              |                                  |                   |                                |             |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |  | Avenida Pakamuros  |                              |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén<br>Cajamarca        |             |
| <b>Evaluado por:</b>   |  | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                              |                                  |                   |                                |             |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |  | 0 + 792.00   | Unidad de Muestra: <b>23</b> |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |             |
| <b>Progresiva final:</b>   |  | 0 + 828.00   | Muestra Total: <b>36</b>     |                                  |                   |                                |             |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |  |  |                              |                                  |                   |                                |             |
|  | 22.- GRIETA DE ESQUINA                 |  |                              | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |             |
|  | 23.- LOSA DIVIDIDA                     |  |                              | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |             |
|  | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"         |  |                              | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |             |
|  | 25.- ESCALA                            |  |                              | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |             |
|  | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA        |  |                              | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |             |
|  | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA           |  |                              | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |             |
|  | 28.- GRIETAS LINEALES                  |  |                              | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |             |
|  | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |  |                              | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |             |
|  | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2) |  |                              | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |             |
|  | SEVERIDAD                              |  | LEVE ( L )                   |                                  | MODERADA ( M )    |                                | GRAVE ( G ) |
| PROGRESIVA   | <b>INICIAL:</b>                        | 0 + 792.00   |                              | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |             |
|  | <b>FINAL :</b>                         | 0 + 828.00   |                              |                                  |                   |                                |             |
|  | LADO IZQUIERDO                         | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO               | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |             |
| P<br>A<br>Ñ<br>O<br>S  | 441                                    | 442  | -                            | 31                               | -                 | L                              |             |
|  | 443                                    | 444  | -                            | -                                | -                 | -                              |             |
|  | 445                                    | 446  | 31                           | 31                               | L                 | L                              |             |
|  | 447                                    | 448  | -                            | 36                               | -                 | H                              |             |
|  | 449                                    | 450  | 31                           | -                                | L                 | -                              |             |
|  | 451                                    | 452  | -                            | -                                | -                 | -                              |             |
|  | 453                                    | 454  | -                            | 28                               | -                 | H                              |             |
|  | 455                                    | 456  | -                            | 31                               | -                 | L                              |             |
|  | 457                                    | 458  | -                            | -                                | -                 | -                              |             |
| 459  | 460                                    | 31   | -                            | L                                | -                 |                                |             |

ANEXO 13.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 23


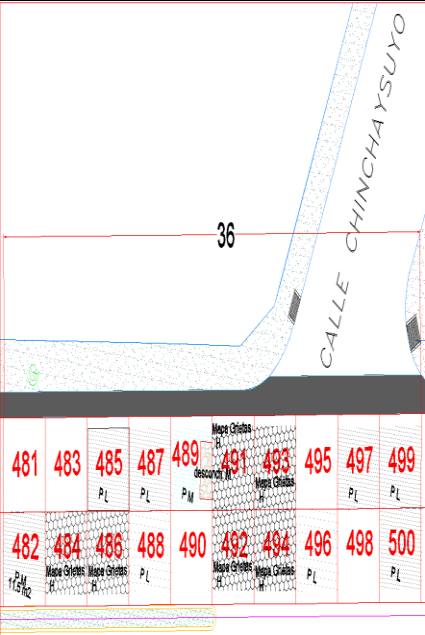
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |   |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
|--|---|---|------------------------|----------|-------------------|------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|------------|--------------------|------|
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 23  |   |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| Nombre de la vía:  | Avenida : PAKAMUROS                               | Ubicación:  | Jaén, Jaén - Cajamarca | Esquema: | Ver lámina A - 23 |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| Evaluado por:  | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel                | Jaén, Jaén - Cajamarca                                      |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
|  | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando            |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
|  | Unidad de Muestra :                               | 23  | Fecha:                 |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
|  | Area Muestra:                                     | 20 paños  | 31/01/2020             |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)   |   |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA   | 32.- POPOUTS                                      |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 23.- LOSA DIVIDIDA   | 33.- BOMBEO                                       |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 25.- ESCALA  | 34.- PUNZONAMIENTO                                |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales,transversales y diagonales)   | 37.- GRIETA DE RETRACCION                         |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)   | 38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA                    |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)  | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA                      |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 31.- PULIMENTOS DE AGREGADOS   |   |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>   |   |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| Código de Falla  | Severidad   | Cantidades parciales por progresiva (sección A + sección B) |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Total    | Densidad % | Valor deducido (q) |      |
|  |   | 441   | 442                    | 443      | 444               | 445        | 446   | 447 | 448 | 449 | 450 | 451 | 452 | 453 | 454 | 455 | 456 | 457 | 458 | 459 |          |            |                    | 460  |
| 28   | H   |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |          | 1          | 5.00               | 9.60 |
| 31   | L   |   | 1                      |          |                   | 1          | 1     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     | 1        |            | 30.00              | 5.90 |
| 36   | H   |   |                        |          |                   |            |       |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            | 5.00               | 9.30 |
| Numero de deducidos (#q) : 2.00<br>Valor deducido mas alto (max q) : 9.60<br>Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : 9.3<br>Max. Valor deducido corregido(CDV) : 16.76 |   |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tota VD= | 24.80      |                    |      |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>   |   |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| Nº   | Valores deducidos                                 |   |                        |          | TOTAL             | q          | CDV   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 1  | 9.60  | 9.30  | 4.00                   |          | 22.90             | 3          | 13.03 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 2  | 9.60  | 9.30  | 2.00                   |          | 20.90             | 2          | 16.76 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| 3  | 9.60  | 2.00  | 2.00                   |          | 13.60             | 1          | 13.60 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
|  |   |   |                        |          |                   | Max. CDV = | 16.76 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 83.24 ..... RANGO ( 85 - 70), CLASIFICACIÓN: MUY BUENO   |   |   |                        |          |                   |            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |          |            |                    |      |



ANEXO 14. *Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-25*


|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                       |                                  |                   |                                |  |
|--|----------------|--|-----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO                                      |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                       |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén<br>Cajamarca        |  |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 0 + 864.00   | Unidad de Muestra: 25 |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |  |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 0 + 900.00   | Muestra Total: 36     |                                  |                   |                                |  |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                       | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |  |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                       | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |  |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                       | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |  |
|  |                | 25.- ESCALA  |                       | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |  |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                       | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |  |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                       | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |  |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                       | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |  |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                       | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |  |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                       | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |  |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                       | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE ( G )                    |  |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 864.00   |                       | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |  |
|  | FINAL :        | 0 + 900.00   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO        | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |  |
| P<br>A<br>Ñ<br>O<br>S  | 481            | 482  | -                     | 31                               | -                 | L                              |  |
|  | 483            | 484  | -                     | 36                               | -                 | H                              |  |
|  | 485            | 486  | 31                    | 36                               | L                 | H                              |  |
|  | 487            | 488  | 31                    | 31                               | L                 | L                              |  |
|  | 489            | 490  | 31,36                 | -                                | L,H               | -                              |  |
|  | 491            | 492  | 36                    | 36                               | H                 | H                              |  |
|  | 493            | 494  | 36                    | -                                | H                 | -                              |  |
|  | 495            | 496  | -                     | 31                               | -                 | L                              |  |
|  | 497            | 498  | 31                    | -                                | L                 | -                              |  |
|  | 499            | 500  | 31                    | 31                               | L                 | L                              |  |

ANEXO 14.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 25


|  |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
|--|--|--|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|------------------------|--|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|----------|------------------------|--------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------|---|---|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--|
|   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
|  | <b>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 25</b> |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| Nombre de la vía:  | Avenida : PAKAMUROS  |  |     |     |     |          |     |     |     |     | Ubicación:             | Esquema: Ver lámina A - 25   |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| Evaluado por:  | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel   |  |     |     |     |          |     |     |     |     | Jaén, Jaén - Cajamarca |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
|  | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando   |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
|  | Unidad de Muestra :  |  |     |     |     | 25       |     |     |     |     | Fecha:                 |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
|  | Area Muestra:  |  |     |     |     | 20 paños |     |     |     |     | 31/01/2020             |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| <b>TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CEMENTO DE CEMENTO PORTLAND)</b>   |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| <table border="0"> <tr> <td>22.- GRIETA DE ESQUINA</td> <td>32.- POPOUTS</td> </tr> <tr> <td>23.- LOSA DIVIDIDA</td> <td>33.- BOMBEO</td> </tr> <tr> <td>25.- ESCALA</td> <td>34.- PUNZONAMIENTO</td> </tr> <tr> <td>26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</td> <td>35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</td> </tr> <tr> <td>27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</td> <td>36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</td> </tr> <tr> <td>28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</td> <td>37.- GRIETA DE RETRACCION</td> </tr> <tr> <td>29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)</td> <td>38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA</td> </tr> <tr> <td>30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</td> <td>39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA</td> </tr> <tr> <td>31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS</td> <td></td> </tr> </table> |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          | 22.- GRIETA DE ESQUINA | 32.- POPOUTS | 23.- LOSA DIVIDIDA | 33.- BOMBEO | 25.- ESCALA | 34.- PUNZONAMIENTO | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO | 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales) | 37.- GRIETA DE RETRACCION | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) | 38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2) | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS |  |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA   | 32.- POPOUTS   |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 23.- LOSA DIVIDIDA   | 33.- BOMBEO  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 25.- ESCALA  | 34.- PUNZONAMIENTO   |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA   |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO                                    |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)  | 37.- GRIETA DE RETRACCION  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)   | 38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA   |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)  | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA   |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS  |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>   |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| Código de Falla  | Severidad  | Cantidades parciales por paños o losas |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          | Total                  | Densidad %   | Valor deducido (q) |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
|  |  | 481                                    | 482 | 483 | 484 | 485      | 486 | 487 | 488 | 489 | 490                    | 491  | 492 | 493 | 494 | 495 | 496                                   | 497      |                        |              |                    | 498         | 499         | 500                |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 31   | L  |  | 1   |     |     | 1        |     | 1   | 1   |     |                        |  |     |     |     | 1   | 1                                     |          | 1                      | 1            | 9                  | 45.00       | 6.80        |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 36   | H  |  |     |     | 1   |          | 1   |     |     | 1   |                        | 1  | 1   |     |     |     |                                       |          |                        |              | 6                  | 30.00       | 36.10       |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| Numero de deducidos (#q) :   |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     | 2.00                                  | Tota VD= |                        | 42.90        |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| $\# aq = 1 + 9/98 * (100 - \max q)$  |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     | Valor deducido mas alto (max q) :     |          | 36.10                  |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
|  |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     | Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : |          | 6.9                    |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
|  |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     | Max. Valor deducido corregido(CDV) :  |          | 38.10                  |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>   |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| Nº   | Valores deducidos  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       | TOTAL    | q                      | CDV          |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 1  | 29.10  | 6.80                                   |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        | 35.90        | 2                  | 33.00       |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| 2  | 29.10  | 2.00                                   |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        | 31.10        | 1                  | 38.10       |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
|  |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     | <b>Max. CDV =</b>                     |          | <b>38.10</b>           |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |
| <p>PCI = 100 - Max. CDV</p> <p style="text-align: center;"><b>PCI = 61.90 ..... RANGO ( 70 - 55), CLASIFICACIÓN: BUENO</b></p>   |  |  |     |     |     |          |     |     |     |     |                        |  |     |     |     |     |                                       |          |                        |              |                    |             |             |                    |                                 |                          |                              |   |   |                           |                                      |                                |                                       |                              |                               |  |

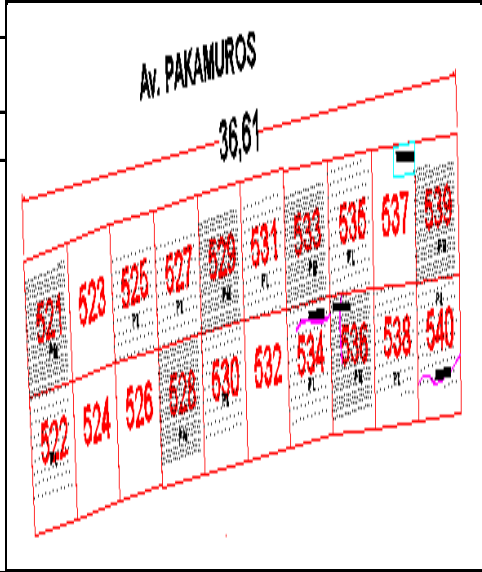


ANEXO 15. Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-27


|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                       |                          |                                  |                                |            |
|--|----------------|--|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                       |                          |                                  |                                |            |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                       |                          |                                  |                                |            |
|  |                | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO                                      |                       |                          |                                  |                                |            |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                       |                          | <b>Ubicación:</b>                | Jaén- Jaén Cajamarca           |            |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                       |                          |                                  |                                |            |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 0 + 936.00   | Unidad de Muestra: 27 |                          |                                  | <b>Fecha:</b>                  | 20/12/2019 |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 0 + 972.00   | Muestra Total: 36     |                          |                                  |                                |            |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                       |                          |                                  |                                |            |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                       |                          | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                                |            |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                       |                          | 32.- POPOUTS                     |                                |            |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                       |                          | 33.- BOMBEO                      |                                |            |
|  |                | 25.- ESCALA  |                       |                          | 34.- PUNZONAMIENTO               |                                |            |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                       |                          | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                                |            |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                       |                          | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                                |            |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                       |                          | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                                |            |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                       |                          | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                                |            |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                       |                          | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                                |            |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                       | MODERADA ( M )           |                                  | GRAVE ( G )                    |            |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 0 + 936.00   |                       | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA |                                  | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |            |
|  | FINAL :        | 0 + 972.00   |                       |                          |                                  |                                |            |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO        | LADO DERECHO             | LADO IZQUIERDO                   | LADO DERECHO                   |            |
| P A Ñ O S  | 521            | 522  | 31                    | 31                       | L                                | L                              |            |
|  | 523            | 524  | -                     | -                        | -                                | -                              |            |
|  | 525            | 526  | 31                    | -                        | L                                | -                              |            |
|  | 527            | 528  | 31                    | 31                       | L                                | L                              |            |
|  | 529            | 530  | 31                    | 31                       | L                                | L                              |            |
|  | 531            | 532  | 31                    |                          | L                                |                                |            |
|  | 533            | 534  | 31                    | 28,31                    | L                                | M,L                            |            |
|  | 535            | 536  | 31                    | 28,31                    | L                                | M,L                            |            |
|  | 537            | 538  | 30                    | 31                       | M                                | L                              |            |
|  | 539            | 540  | 31                    | 28,31                    | L                                | M,L                            |            |

ANEXO 15.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 27

|                      | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
|---|--|--|------|-----|-----|-----|--|------------|-------|-----|---|-----|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|----------|------------------------|------------|--------------------|-------|
|   | <b>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 27</b> |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| Nombre de la vía: Avenida : PAKAMUROS   |  |  |      |     |     |     | Ubicación: Jaén, Jaén - Cajamarca      |            |       |     |   |     |     | Esquema: Ver lámina A - 27 |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| Evaluado por: Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel  |  |  |      |     |     |     | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |            |       |     |   |     |     | Fecha: 01/02/2020          |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
|   |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          | Unidad de Muestra : 27 |            |                    |       |
| Area Muestra: 20 paños  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| <b>TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)</b> |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     | 32.- POPOUTS                                      |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 23.- LOSA DIVIDIDA  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     | 33.- BOMBEO                                       |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 25.- ESCALA   |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     | 34.- PUNZONAMIENTO                                |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA   |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                           |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     | 37.- GRIETA DE RETRACCION                         |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA                  |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)   |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA                    |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS   |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| Código de Falla   | Severidad  | Cantidades parciales por paños o losas |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          | Total                  | Densidad % | Valor deducido (q) |       |
|   |  | 521                                    | 522  | 523 | 524 | 525 | 526                                    | 527        | 528   | 529 | 530   | 531 | 532 | 533                        | 534 | 535 | 536 | 537 | 538   | 539      |                        |            |                    | 540   |
| 28  | M  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     | 1                          |     | 1   |     |     |       |          | 1                      | 3          | 15.00              | 11.50 |
| 30  | M  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     | 1   |       |          |                        | 1          | 5.00               | 0.90  |
| 31  | L  | 1                                      | 1    |     |     | 1   |  | 1          | 1     | 1   | 1   | 1   |     | 1                          | 1   | 1   |     | 1   | 1     | 1        | 1                      | 15         | 75.00              | 8.60  |
| Numero de deducidos (#q) :  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     | 3.00  | Tota VD= |                        | 21.00      |                    |       |
| Valor deducido mas alto (max q) :   |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     | 11.50 |          |                        |            |                    |       |
| Nº Max. admisible de deducidos(#aq) :   |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     | 9.1   |          |                        |            |                    |       |
| Max. Valor deducido corregido(CDV) :  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     | 17.77 |          |                        |            |                    |       |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| Nº  | Valores deducidos  |  |      |     |     |     | TOTAL                                  | q          | CDV   |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 1   | 11.50  | 8.60                                   | 0.60 |     |     |     | 20.70                                  | 3          | 11.49 |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 2   | 11.50  | 8.60                                   | 2.00 |     |     |     | 22.10                                  | 2          | 17.77 |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| 3   | 11.50  | 2.00                                   | 2.00 |     |     |     | 15.50                                  | 1          | 15.50 |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
|   |  |  |      |     |     |     |  | Max. CDV = | 17.77 |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| PCI = 100 - Max. CDV  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |
| PCI = 82.23 ..... RANGO ( 85 - 70), CLASIFICACIÓN: MUY BUENO  |  |  |      |     |     |     |  |            |       |     |   |     |     |                            |     |     |     |     |       |          |                        |            |                    |       |

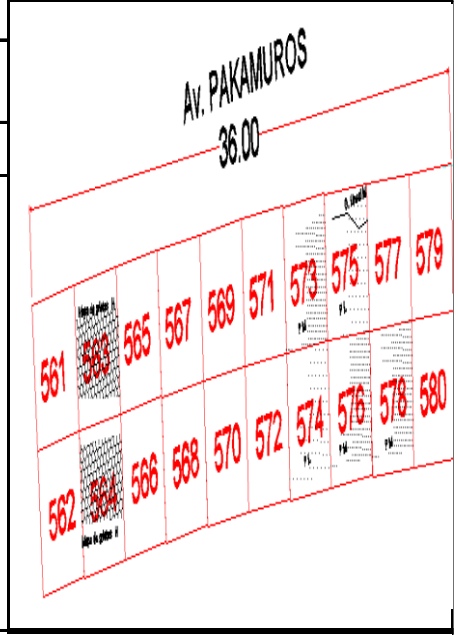


ANEXO 16. *Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-29*


|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                              |                                  |                |                                |                         |
|--|----------------|--|------------------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                              |                                  |                |                                |                         |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                              |                                  |                |                                |                         |
|  |                | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO                                      |                              |                                  |                |                                |                         |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                              |                                  |                | <b>Ubicación:</b>              | Jaén- Jaén<br>Cajamarca |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                              |                                  |                |                                |                         |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 1 + 008.00   | Unidad de Muestra: <b>29</b> |                                  |                | <b>Fecha:</b>                  | 20/12/2019              |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 1 + 044.00   | Muestra Total: <b>36</b>     |                                  |                |                                |                         |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                              |                                  |                |                                |                         |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                              | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                |                                |                         |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                              | 32.- POPOUTS                     |                |                                |                         |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                              | 33.- BOMBEO                      |                |                                |                         |
|  |                | 25.- ESCALA  |                              | 34.- PUNZONAMIENTO               |                |                                |                         |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                              | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                |                                |                         |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                              | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                |                                |                         |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                              | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                |                                |                         |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                              | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUIN  |                |                                |                         |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                              | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                |                                |                         |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                              | MODERADA ( M )                   |                | GRAVE ( G )                    |                         |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 1 + 008.00   |                              | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |                         |
|  | FINAL :        | 1 + 044.00   |                              |                                  |                |                                |                         |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO               | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO                   |                         |
| P A Ñ O S  | 561            | 562  |                              | -                                |                | -                              |                         |
|  | 563            | 564  | 36                           | 36                               | H              | H                              |                         |
|  | 565            | 566  |                              | -                                |                | -                              |                         |
|  | 567            | 568  | -                            | -                                | -              | -                              |                         |
|  | 569            | 570  | -                            | -                                | -              | -                              |                         |
|  | 571            | 572  | -                            | -                                | -              | -                              |                         |
|  | 573            | 574  | 31                           | 31                               | L              | L                              |                         |
|  | 575            | 576  | 28,31                        | 31                               | M,L            | L                              |                         |
|  | 577            | 578  | -                            | 31                               | -              | L                              |                         |
|  | 579            | 580  | -                            | -                                | -              | -                              |                         |

ANEXO 16.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 29

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
|--|---|--|----------------------------|-----|-------|------------|-------|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|-------|-----|----------|-----|-------|-----|-------|------------|--------------------|-------|-------|
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 29                  |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| Nombre de la vía:  | Avenida : PAKAMUROS                               | Ubicación:                             | Esquema: Ver lámina A - 29 |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| Evaluado por:  | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel                | Jaén, Jaén - Cajamarca                 |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
|  | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando            |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
|  | Unidad de Muestra :                               | 29                                     | Fecha:                     |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
|  | Area Muestra:                                     | 20 paños                               | 01/02/2020                 |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND) |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA   | 32.- POPOUTS                                      |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 23.- LOSA DIVIDIDA   | 33.- BOMBEO                                       |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 25.- ESCALA  | 34.- PUNZONAMIENTO                                |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales,transversales y diagonales)                     | 37.- GRIETA DE RETRACCION                         |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)   | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA                  |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)  | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA                    |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS  |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| FALLAS EXISTENTES  |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| Código de Falla  | Severidad   | Cantidades parciales por paños o losas |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |       |       |
|  |   | 561                                    | 562                        | 563 | 564   | 565        | 566   | 567 | 568 | 569 | 570 | 571                                   | 572 | 573   | 574 | 575      | 576 | 577   | 578 |       |            |                    | 579   | 580   |
| 28   | M   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       | 1   |          |     |       |     |       |            | 1                  | 5.00  | 4.00  |
| 31   | L,M   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       | 1   | 1     | 1   | 1        |     |       | 1   |       |            | 5                  | 25.00 | 4.60  |
| 36   | H   |  |                            | 1   | 1     |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            | 2                  | 10.00 | 17.30 |
| $\#aq = 1 + 9/98 * (100 - \max q)$   |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     | Numero de deducidos (#q) :            |     | 3.00  |     | Tota VD= |     | 25.90 |     |       |            |                    |       |       |
|  |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     | Valor deducido mas alto (max q) :     |     | 17.30 |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
|  |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     | Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : |     | 8.6   |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
|  |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     | Max. Valor deducido corregido(CDV) :  |     | 21.30 |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| CALCULO DEL PCI  |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| Nº   | Valores deducidos                                 |  |                            |     | TOTAL | q          | CDV   |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 1  | 17.30   | 4.60                                   | 4.00                       |     | 25.90 | 3          | 15.13 |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 2  | 17.30   | 4.60                                   | 2.00                       |     | 23.90 | 2          | 19.29 |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| 3  | 17.30   | 2.00                                   | 2.00                       |     | 21.30 | 1          | 21.30 |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
|  |   |  |                            |     |       | Max. CDV = | 21.30 |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 78.70 ..... RANGO ( 85 - 70), CLASIFICACIÓN: MUY BUENO           |   |  |                            |     |       |            |       |     |     |     |     |                                       |     |       |     |          |     |       |     |       |            |                    |       |       |




ANEXO 17. Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-31

|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                       |                                  |                   |                                |  |
|--|----------------|--|-----------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO                                      |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                       |                                  | <b>Ubicación:</b> | Jaén- Jaén<br>Cajamarca        |  |
| <b>Evaluated por:</b>  |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                       |                                  |                   |                                |  |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 1 + 080.00   | Unidad de Muestra: 31 |                                  | <b>Fecha:</b>     | 20/12/2019                     |  |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 1 + 116.00   | Muestra Total: 36     |                                  |                   |                                |  |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                       |                                  |                   |                                |  |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                       | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |  |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                       | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |  |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                       | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |  |
|  |                | 25.- ESCALA  |                       | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |  |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                       | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |  |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                       | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |  |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                       | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |  |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                       | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |  |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                       | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |  |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                       | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE (G)                      |  |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 1 + 080.00   |                       | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |  |
|  | FINAL :        | 1 + 116.00   |                       |                                  |                   |                                |  |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO        | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |  |
| P A Ñ O S  | 601            | 602  | 31                    | -                                | M                 | -                              |  |
|  | 603            | 604  | -                     | 36                               | -                 | M                              |  |
|  | 605            | 606  | 31                    | 36                               | M                 | M                              |  |
|  | 607            | 608  | -                     | 31                               | -                 | M                              |  |
|  | 609            | 610  | 36                    | 31                               | H                 | M                              |  |
|  | 611            | 612  | 36                    |                                  | H                 |                                |  |
|  | 613            | 614  | 36                    | 28                               | H                 | H                              |  |
|  | 615            | 616  | -                     | 31                               | -                 | M                              |  |
|  | 617            | 618  | 36                    | 31                               | H                 | M                              |  |
|  | 619            | 620  | 36                    | -                                | H                 | -                              |  |

ANEXO 17.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 31

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  |   | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 31 |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
|---|---|---|----------------------------|--|-----|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-------|-----------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|---|-------|------------|--------------------|
|   |   | Nombre de la vía: Avenida : PAKAMUROS   |                            | Ubicación: Jaén, Jaén - Cajamarca      |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| Evaluado por:   | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel                |   | Esquema: Ver lámina A - 31 |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
|   | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando            |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| Unidad de Muestra :   |   | 31  | Fecha:                     |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| Área Muestra:   |   | 20 paños  | 01/02/2020                 |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| <b>TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)</b> |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA  | 32.- POPOUTS                                      |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 23.- LOSA DIVIDIDA  | 33.- BOMBEO                                       |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 25.- ESCALA   | 34.- PUNZONAMIENTO                                |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA   | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                          |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA  | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                           | 37.- GRIETA DE RETRACCION                         |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)  | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA                  |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)   | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA                    |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS   |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>  |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| Código de Falla   | Severidad   |   |                            | Cantidades parciales por paños o losas |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |
|   |   | 601   | 602                        | 603                                    | 604 | 605   | 606   | 607   | 608 | 609 | 610 | 611   | 612             | 613 | 614   | 615 | 616 | 617 | 618 | 619 | 620 |  |   |       |            |                    |
| 28  | H   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 | 1   |       |     |     |     |     |     |     |  | 1 | 5.00  | 9.60       |                    |
| 31  | M   | 1   |                            |  | 1   |       |       | 1     |     | 1   |     |       |                 |     |       |     | 1   |     | 1   |     |     |  |   | 6     | 30.00      | 5.30               |
| 36  | M   |   |                            | 1                                      |     | 1     |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   | 2     | 10.00      | 8.00               |
| 36  | H   |   |                            |  |     |       |       |       | 1   |     | 1   |       | 1               |     |       |     |     | 1   |     | 1   |     |  |   | 5     | 25.00      | 33.00              |
| Numero de deducidos (#q) :  |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     | 4.00  | <b>Tota VD=</b> |     | 55.90 |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| Valor deducido mas alto (max q) :   |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     | 33.00 |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| Nº Max. admisible de deducidos(#aq) :   |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     | 7.2   |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| Max. Valor deducido corregido(CDV) :  |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     | 39.00 |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>  |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| Nº  | Valores deducidos                                 |   |                            |  |     | TOTAL | q     | CDV   |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 1   | 33.00   | 9.60  | 8.00                       | 5.30                                   |     | 55.90 | 4     | 32.71 |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
|   | 33.00   | 9.60  | 8.00                       | 2.00                                   |     | 52.60 | 3     | 33.82 |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 2   | 33.00   | 9.60  | 2.00                       | 2.00                                   |     | 46.60 | 2     | 36.95 |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| 3   | 33.00   | 2.00  | 2.00                       | 2.00                                   |     | 39.00 | 1     | 39.00 |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| <b>Max. CDV =</b>   |   |   |                            |  |     |       | 39.00 |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| PCI = 100 - Max. CDV  |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |
| PCI = 61.00 ..... RANGO ( 75 - 55), CLASIFICACION: BUENO  |   |   |                            |  |     |       |       |       |     |     |     |       |                 |     |       |     |     |     |     |     |     |  |   |       |            |                    |

ANEXO 18. *Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-33*


|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |                              |                          |                                  |                                |            |
|--|----------------|--|------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO   |                              |                          |                                  |                                |            |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO                                 |                              |                          |                                  |                                |            |
|  |                | HOJA DE REGISTO POR UNIDAD DE MUESTREO                                       |                              |                          |                                  |                                |            |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros  |                              |                          | <b>Ubicación:</b>                | Jaén- Jaén<br>Cajamarca        |            |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |                              |                          |                                  |                                |            |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 1 + 152.00   | Unidad de Muestra: <b>33</b> |                          |                                  | <b>Fecha:</b>                  | 20/12/2019 |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 1 + 188.00   | Muestra Total: <b>36</b>     |                          |                                  |                                |            |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                              |                          |                                  |                                |            |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA   |                              |                          | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                                |            |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA   |                              |                          | 32.- POPOUTS                     |                                |            |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"   |                              |                          | 33.- BOMBEO                      |                                |            |
|  |                | 25.- ESCALA  |                              |                          | 34.- PUNZONAMIENTO               |                                |            |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  |                              |                          | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                                |            |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   |                              |                          | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                                |            |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES  |                              |                          | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                                |            |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)  |                              |                          | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                                |            |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)                                       |                              |                          | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                                |            |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )   |                              | MODERADA ( M )           |                                  | GRAVE ( G )                    |            |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 1 + 152.00   |                              | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA |                                  | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |            |
|  | FINAL :        | 1 + 188.00   |                              |                          |                                  |                                |            |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO   | LADO IZQUIERDO               | LADO DERECHO             | LADO IZQUIERDO                   | LADO DERECHO                   |            |
| P A Ñ O S  | 641            | 642  | 28                           | 23                       | H                                | H                              |            |
|  | 643            | 644  | 31                           | -                        | M                                | -                              |            |
|  | 645            | 646  | 28                           | 31                       | H                                | M                              |            |
|  | 647            | 648  | 36                           | 28,31                    | H                                | H,M                            |            |
|  | 649            | 650  | 31                           | 28,31                    | M                                | H,M                            |            |
|  | 651            | 652  | 31                           | 28,36                    | M                                | H,H                            |            |
|  | 653            | 654  | 31                           | 36                       | M                                | H                              |            |
|  | 655            | 656  | 36                           | 36                       | H                                | H                              |            |
|  | 657            | 658  | 31                           | 31                       | M                                | M                              |            |
|  | 659            | 660  | 31                           | 36                       | M                                | H                              |            |

ANEXO 18.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 33

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN   |  | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) - Unidad de Muestra 33 |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
|--|--|---|------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|-------|-----|-----------|-----|------------|-----|-------|-----|-------|-------|--|--------------------|
| Nombre de la vía:  | Avenida : PAKAMUROS                              | Ubicación:  | Jaén, Jaén - Cajamarca |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| Evaluado por:  | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel               | Fecha:  | 01/02/2020             |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
|  | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando           |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| Unidad de Muestra :  | 33   | Area Muestra:   | 20 paños               |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND) |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA   | 32.- POPOUTS                                     |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| 23.- LOSA DIVIDIDA   | 33.- BOMBEO                                      |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| 25.- ESCALA  | 34.- PUNZONAMIENTO                               |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA  | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                         |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA   | 36.- DESCASCAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                    | 37.- GRIETA DE RETRACCION                        |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
|  | 38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA                   |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)   | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA                     |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)  |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| 31.- PULIMENTOS DE AGREGADOS   |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
|  |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| FALLAS EXISTENTES  |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| Código de Falla  | Severidad  | Cantidades parciales por paños o losas  |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       | Total | Densidad %                               | Valor deducido (q) |
|  |  | 641   | 642                    | 643                  | 644 | 645 | 646 | 647 | 648 | 649                                   | 650 | 651   | 652 | 653       | 654 | 655        | 656 | 657   | 658 | 659   |       |  |                    |
| 23   | H  |   | 1                      |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       | 1     | 5.00                                     | 17.00              |
| 28   | H  | 1   |                        |                      |     | 1   |     | 1   |     | 1                                     |     | 1     |     |           |     |            |     |       |     |       | 5     | 25.00                                    | 31.60              |
| 31   | M  |   |                        | 1                    |     |     | 1   |     | 1   | 1                                     | 1   |       | 1   |           |     |            |     | 1     | 1   | 1     | 10    | 50.00                                    | 7.20               |
| 36   | H  |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     | 1     | 6     | 30.00                                    | 36.10              |
|  |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     | Numero de deducidos (#q) :            |     | 4.00  |     | Total VD= |     | 74.90      |     |       |     |       |       |  |                    |
|  |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     | Valor deducido mas alto (max q) :     |     | 36.10 |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
|  |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     | Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : |     | 6.9   |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
|  |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     | Max. Valor deducido corregido(CDV) :  |     | 55.42 |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
|  |  |   |                        | CÁLCULO DEL PCI      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
| Nº   | Valores deducidos                                |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     | TOTAL | q     | CDV                                      |                    |
| 1  | 36.10  | 31.60   | 17.00                  | 7.20                 |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       | 91.90 | 4  | 53.55              |
| 2  | 36.10  | 31.60   | 17.00                  | 2.00                 |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       | 86.70 | 3  | 55.42              |
| 3  | 36.10  | 31.60   | 2.00                   | 2.00                 |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       | 71.70 | 2  | 53.52              |
| 4  | 36.10  | 2.00  | 2.00                   | 2.00                 |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       | 42.10 | 1  | 42.10              |
|  |  |   |                        |                      |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     | Max. CDV = |     | 55.42 |     |       |       |  |                    |
|  |  |   |                        | PCI = 100 - Max. CDV |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       |  |                    |
|  |  |   |                        | PCI = 44.58          |     |     |     |     |     |                                       |     |       |     |           |     |            |     |       |     |       |       | RANGO ( 55 - 40), CLASIFICACIÓN: REGULAR |                    |



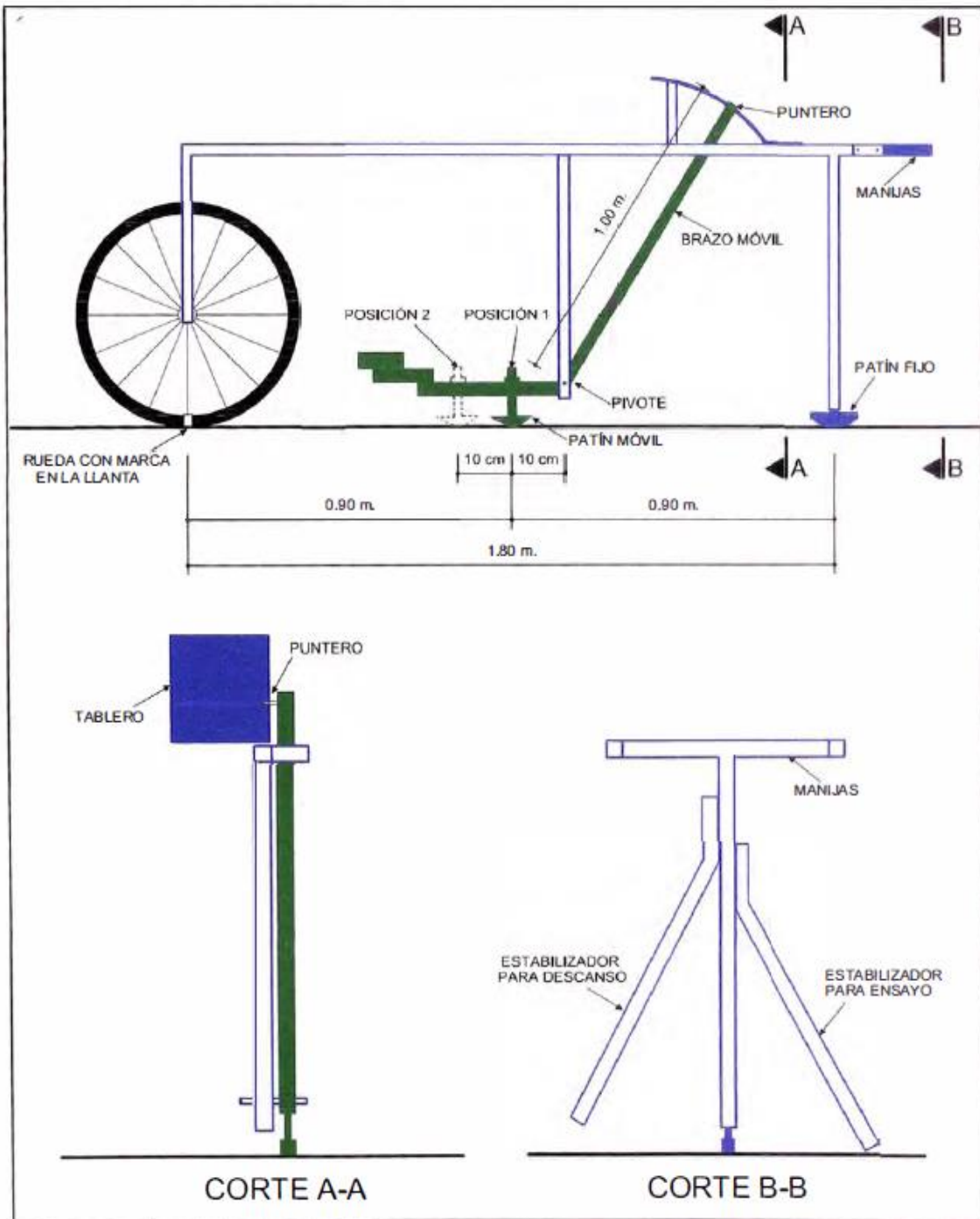
ANEXO 19. *Inventariado de fallas en la Unidad de Muestra (U.M)-35*

|         |                | UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN                 |                              |                                  |                   |                                |                      |
|--|----------------|--|------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|
|  |                | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO             |                              |                                  |                   |                                |                      |
|  |                | PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO RÍGIDO |                              |                                  |                   |                                |                      |
|  |                | HOJA DE REGISTRO POR UNIDAD DE MUESTREO      |                              |                                  |                   |                                |                      |
| <b>Nombre de la vía:</b>   |                | Avenida Pakamuros                            |                              |                                  | <b>Ubicación:</b> |                                | Jaén- Jaén Cajamarca |
| <b>Evaluado por:</b>   |                | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel           |                              |                                  |                   |                                |                      |
|  |                | Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando       |                              |                                  |                   |                                |                      |
| <b>Progresiva inicial:</b>   |                | 1 + 224.00                                   | Unidad de Muestra: <b>35</b> |                                  | <b>Fecha:</b>     |                                | 20/12/2019           |
| <b>Progresiva final:</b>   |                | 1 + 260.00                                   | Muestra Total: <b>36</b>     |                                  |                   |                                |                      |
| TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO P.) |                |  |                              |                                  |                   |                                |                      |
|  |                | 22.- GRIETA DE ESQUINA                       |                              | 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS    |                   |                                |                      |
|  |                | 23.- LOSA DIVIDIDA                           |                              | 32.- POPOUTS                     |                   |                                |                      |
|  |                | 24.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"               |                              | 33.- BOMBEO                      |                   |                                |                      |
|  |                | 25.- ESCALA                                  |                              | 34.- PUNZONAMIENTO               |                   |                                |                      |
|  |                | 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA              |                              | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA         |                   |                                |                      |
|  |                | 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA                 |                              | 36.- DESCONCHAMIENTO, CRAQUELADO |                   |                                |                      |
|  |                | 28.- GRIETAS LINEALES                        |                              | 37.- GRIETA DE RETRACCION        |                   |                                |                      |
|  |                | 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 m2)        |                              | 38.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA |                   |                                |                      |
|  |                | 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 m2)       |                              | 39.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA   |                   |                                |                      |
| SEVERIDAD  |                | LEVE ( L )                                   |                              | MODERADA ( M )                   |                   | GRAVE ( G )                    |                      |
| PROGRESIVA   | INICIAL:       | 1 + 224.00                                   |                              | CÓDIGO DEL TIPO DE FALLA         |                   | NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA |                      |
|  | FINAL :        | 1 + 260.00                                   |                              |                                  |                   |                                |                      |
|  | LADO IZQUIERDO | LADO DERECHO                                 | LADO IZQUIERDO               | LADO DERECHO                     | LADO IZQUIERDO    | LADO DERECHO                   |                      |
| P<br>A<br>Ñ<br>O<br>S  | 681            | 682  | 30                           | 31                               | M                 | M                              |                      |
|  | 683            | 684  | 31                           | 31                               | M                 | M                              |                      |
|  | 685            | 686  | 29,36                        | -                                | M,H               | -                              |                      |
|  | 687            | 688  | 31                           | 31                               | M                 | M                              |                      |
|  | 689            | 690  | -                            | 31                               | -                 | M                              |                      |
|  | 691            | 692  | 31                           | 36                               | M                 | H                              |                      |
|  | 693            | 694  | 36                           | 36                               | H                 | H                              |                      |
|  | 695            | 696  | 36                           |                                  | H                 |                                |                      |
|  | 697            | 698  | 36                           | 36                               | H                 | H                              |                      |
|  | 699            | 700  | 36                           | 31                               | H                 | M                              |                      |

ANEXO 19.1. Cálculo del PCI en la Unidad de Muestra (U.M)- 35

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
|---|--|--|------|------|-------|-------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----|-------|------------|--------------------|-------|-------|
| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) -- Unidad de Muestra 35  |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>Nombre de la vía:</b>  | Avenida : PAKAMUROS  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>Ubicación:</b>   | Jaén, Jaén - Cajamarca   |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>Esquema:</b>   | Ver lámina A - 35  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>Evaluado por:</b>  | Bachiller: Ayala Navarro R. Daniel<br>Bachiller: Hernandez Hernandez Orlando |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>Unidad de Muestra :</b>  | 35   |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>Fecha:</b>   | 01/02/2020   |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>Area Muestra:</b>  | 20 paños   |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>TIPOS DE FALLAS (SEGÚN MANUAL DE DAÑOS EN VIAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)</b>   |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 22.- GRIETA DE ESQUINA  | 32.- POPOUTS   |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 23.- LOSA DIVIDIDA  | 33.- BOMBEO  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 25.- ESCALA   | 34.- PUNZONAMIENTO   |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 26.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA   | 35.- CRUCE DE VÍA FÉRREA   |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 27.- DESNIVEL CARRIL / BERMA  | 36.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO                            |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 28.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)   | 37.- GRIETA DE RETRACCION  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 29.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)  | 38.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA   |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 30.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)   | 39.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA   |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 31.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS   |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
|   |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>FALLAS EXISTENTES</b>  |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| Código de Falla   | Severidad  | Cantidades parciales por paños o losas |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     | Total | Densidad % | Valor deducido (q) |       |       |
|   |  | 681                                    | 682  | 683  | 684   | 685               | 686   | 687 | 688 | 689 | 690 | 691 | 692 | 693 | 694 | 695 | 696 | 697             | 698 |       |            |                    | 699   | 700   |
| 29  | M  |  |      |      |       | 1                 |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            | 1                  | 5.00  | 2.90  |
| 30  | M  | 1                                      |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            | 1                  | 5.00  | 0.90  |
| 31  | M  |  | 1    | 1    | 1     |                   |       |     | 1   | 1   |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       | 1          | 8                  | 40.00 | 6.40  |
| 36  | H  |  |      |      |       | 1                 |       |     |     |     |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   |     | 1               | 1   | 1     |            | 8                  | 40.00 | 41.00 |
| Numero de deducidos (#q) : 4.00<br>Valor deducido mas alto (max q) : 41.00<br>Nº Max. admisible de deducidos(#aq) : 6.4<br>Max. Valor deducido corregido(CDV) : 47.00 |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>Tota VD=</b> |     | 51.20 |            |                    |       |       |
| $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$  |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| <b>CALCULO DEL PCI</b>  |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| Nº  | Valores deducidos  |  |      |      | TOTAL | q                 | CDV   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 1   | 41.00  | 6.40                                   | 2.90 | 0.90 | 51.20 | 4                 | 27.75 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 2   | 41.00  | 6.40                                   | 2.90 | 2.00 | 52.30 | 3                 | 33.61 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 3   | 41.00  | 6.40                                   | 2.00 | 2.00 | 51.40 | 2                 | 40.40 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| 4   | 41.00  | 2.00                                   | 2.00 | 2.00 | 47.00 | 1                 | 47.00 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
|   |  |  |      |      |       | <b>Max. CDV =</b> | 47.00 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |
| PCI = 100 - Max. CDV<br>PCI = 53.00 ..... RANGO ( 55 - 40), CLASIFICACIÓN: REGULAR  |  |  |      |      |       |                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                 |     |       |            |                    |       |       |

ANEXO 20. Esquema del Rugosímetro Merlín



Fuente : (Quispe Arias, 2010)

**ANEXO 21.** Hoja escala de dispersión de las desviaciones de la superficie de pavimento respecto del nivel de referencia o cuerda promedio.

| <b>RUGOSIMETRO MERLIN</b> |             |             |
|---------------------------|-------------|-------------|
| 1 DIVISION = 5 mm         | DEPRESIONES | 50          |
|                           |             | 49          |
|                           |             | 48          |
|                           |             | 47          |
|                           |             | 46          |
|                           |             | 45          |
|                           |             | 44          |
|                           |             | 43          |
|                           |             | 42          |
|                           |             | 41          |
|                           |             | 40          |
|                           |             | 39          |
|                           |             | 38          |
|                           |             | 37          |
|                           |             | 36          |
|                           |             | 35          |
|                           |             | 34          |
|                           |             | 33          |
|                           |             | 32          |
|                           |             | 31          |
|                           |             | 30          |
|                           |             | 29          |
|                           |             | 28          |
|                           |             | 27          |
|                           |             | ELEVACIONES |
|                           | 25          |             |
|                           | 24          |             |
|                           | 23          |             |
|                           | 22          |             |
|                           | 21          |             |
|                           | 20          |             |
|                           | 19          |             |
|                           | 18          |             |
|                           | 17          |             |
|                           | 16          |             |
|                           | 15          |             |
|                           | 14          |             |
|                           | 13          |             |
|                           | 12          |             |
|                           | 11          |             |
|                           | 10          |             |
|                           | 9           |             |
|                           | 8           |             |
|                           | 7           |             |
|                           | 6           |             |
|                           | 5           |             |
|                           | 4           |             |
|                           | 3           |             |
|                           | 2           |             |
|                           | 1           |             |

**Fuente :** X Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Sevilla, España, 1999(Aguila, p.6)

ANEXO 22. Formato de Campo para registrar lecturas del Rugosímetro MERLIN

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN  
(HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO : \_\_\_\_\_ OPERADOR : \_\_\_\_\_  
 SECTOR : \_\_\_\_\_ SUPERVISOR : \_\_\_\_\_  
 TRAMO : \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_  
 CARRIL : \_\_\_\_\_

ENSAYON°  KM  +  HORA

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | TIPO DE PAVIMENTO :<br>AFINAMIENTO <input type="checkbox"/><br>BASE GRANULADA <input type="checkbox"/><br>BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/><br>TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/><br>CARPETA EN FRO <input type="checkbox"/><br>CARP. EN CALIENTE <input type="checkbox"/><br>RECAPADO A BALTICO <input type="checkbox"/><br>SELLO <input type="checkbox"/><br>OTROS <input type="checkbox"/> |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 3  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 4  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 5  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 6  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 9  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 10 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 15 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 16 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 17 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 18 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 19 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 20 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |

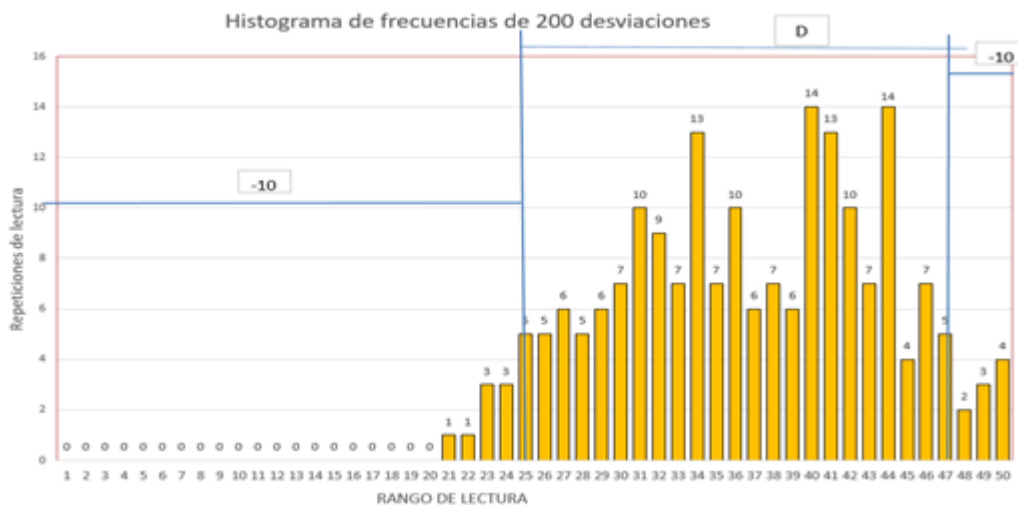
OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Fuente : (Quispe Arias, 2010, p.38)

ANEXO 23. Tramo KM 0+000 al KM 0+400-CARRIL IZQUIERDO – MUESTRA DE PASADA I(Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO            |                   |          |          |          |          |                     |                        |          |          |           |  |
|--------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------|------------------------|----------|----------|-----------|--|
| <b>PROYECTO</b>          | Tesis             |          |          |          |          | <b>SOLICITANTE:</b> | D. Hernandez Hernandez |          |          |           |  |
| <b>CARRIL</b>            | Izquierdo         |          |          |          |          | <b>FECHA</b>        | 18/12/2019             |          |          |           |  |
| <b>TIPO DE ENSAYO N°</b> | Losas de concreto |          |          |          |          | <b>HORA</b>         | 11:00 p.m.             |          |          |           |  |
|                          | 1                 |          |          |          |          | <b>KM</b>           | 0+000 a 0+400          |          |          |           |  |
|                          | <b>1</b>          | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b>            | <b>7</b>               | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> |  |
| <b>1</b>                 | 32                | 25       | 42       | 39       | 32       | 48                  | 40                     | 30       | 45       | 29        |  |
| <b>2</b>                 | 26                | 50       | 47       | 41       | 40       | 50                  | 31                     | 43       | 41       | 35        |  |
| <b>3</b>                 | 46                | 38       | 31       | 40       | 41       | 29                  | 25                     | 34       | 38       | 47        |  |
| <b>4</b>                 | 34                | 42       | 43       | 27       | 42       | 24                  | 42                     | 50       | 42       | 26        |  |
| <b>5</b>                 | 42                | 35       | 44       | 33       | 41       | 46                  | 43                     | 43       | 34       | 41        |  |
| <b>6</b>                 | 47                | 43       | 27       | 33       | 46       | 26                  | 32                     | 47       | 37       | 40        |  |
| <b>7</b>                 | 39                | 48       | 41       | 44       | 32       | 41                  | 25                     | 35       | 42       | 23        |  |
| <b>8</b>                 | 36                | 33       | 30       | 42       | 46       | 41                  | 49                     | 30       | 25       | 26        |  |
| <b>9</b>                 | 30                | 49       | 36       | 40       | 46       | 40                  | 41                     | 24       | 40       | 37        |  |
| <b>10</b>                | 31                | 22       | 34       | 34       | 36       | 34                  | 24                     | 40       | 31       | 27        |  |
| <b>11</b>                | 34                | 45       | 30       | 44       | 46       | 26                  | 44                     | 36       | 37       | 50        |  |
| <b>12</b>                | 28                | 29       | 41       | 45       | 44       | 50                  | 44                     | 44       | 34       | 36        |  |
| <b>13</b>                | 38                | 34       | 29       | 44       | 35       | 46                  | 32                     | 36       | 28       | 43        |  |
| <b>14</b>                | 41                | 30       | 30       | 29       | 40       | 25                  | 38                     | 36       | 35       | 40        |  |
| <b>15</b>                | 35                | 39       | 29       | 34       | 33       | 23                  | 31                     | 39       | 32       | 33        |  |
| <b>16</b>                | 40                | 33       | 31       | 34       | 23       | 42                  | 44                     | 40       | 47       | 36        |  |
| <b>17</b>                | 35                | 44       | 27       | 41       | 37       | 43                  | 28                     | 36       | 31       | 38        |  |
| <b>18</b>                | 34                | 44       | 38       | 39       | 36       | 31                  | 39                     | 31       | 37       | 21        |  |
| <b>19</b>                | 38                | 44       | 44       | 28       | 32       | 28                  | 40                     | 41       | 40       | 34        |  |
| <b>20</b>                | 27                | 31       | 32       | 32       | 44       | 33                  | 45                     | 37       | 49       | 42        |  |

ANEXO 23.1. Histograma de Frecuencias



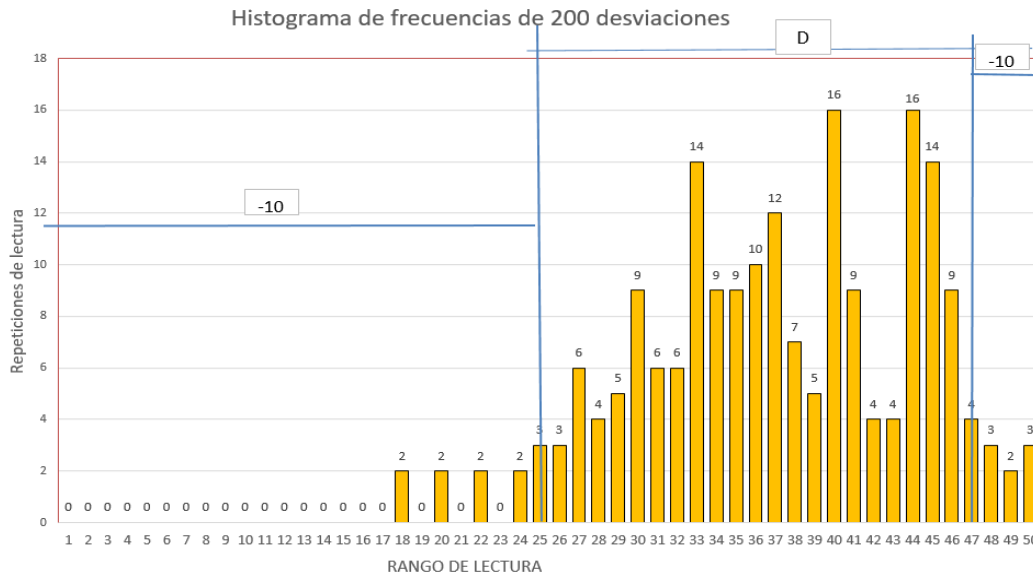
ANEXO 23.2 . Correlación entre valores "D" vs IRI.

| <b>CALCULO DE "D"</b>   |                        |                     |                      |
|---|------------------------|---------------------|----------------------|
| <b>D = ( CI + CE + CD ) X 5 mm X FC</b>                       |                        |                     |                      |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                        |                     |                      |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                        |                     |                      |
| <b>CALCULO DEL "IRI"</b>                                      |                        |                     |                      |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                        | <b>D &lt; 40 mm</b> |                      |
| IRI = 0.593 + 0.0471D   |                        | IRI = 0.0619D       |                      |
|   | COLA IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO (CE)         | COLA DERECHA<br>(CD) |
| TOTALES LECTURAS  | 13                     | -                   | 14                   |
| EXTREMAS LECTURAS   | 3                      | -                   | 4                    |
| CONSIDERADAS FRACCIONES RESULTANTES                           | 0.23                   | 21                  | 0.29                 |
| SUMA FRACCIONES ( CI + CE + CD )                              |                        | 21.52               |                      |
| <b>D (mm)</b>   |                        | <b>97.79</b>        |                      |
| <b>IRI</b>  |                        | <b>5.20</b>         |                      |

ANEXO 24. Tramo KM 0+000 al KM 0+400-CARRIL IZQUIERDO –MUESTRA DE PASADA 2 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| <b>HOJA DE CAMPO</b>       |                   |          |                    |          |          |          |  |          |          |           |
|----------------------------|-------------------|----------|--------------------|----------|----------|----------|--|----------|----------|-----------|
| <b>PROYECTO :</b>          | Tesis             |          | <b>SOLICITANTE</b> |          |          |          | O Hernandez Hernandez<br>R. Daniel Ayala Navarro |          |          |           |
| <b>CARRIL :</b>            | Izquierdo         |          | <b>FECHA :</b>     |          |          |          | 18/12/2019                                       |          |          |           |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE:</b> | Losas de concreto |          | <b>HORA :</b>      |          |          |          | 11:00 p.m.                                       |          |          |           |
| <b>ENSAYO :</b>            | 1                 |          | <b>KM :</b>        |          |          |          | 0+000 a 0+400                                    |          |          |           |
|                            | <b>1</b>          | <b>2</b> | <b>3</b>           | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b>   | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> |
| <b>1</b>                   | 33                | 30       | 38                 | 40       | 35       | 46       | 38   | 27       | 47       | 28        |
| <b>2</b>                   | 26                | 46       | 44                 | 32       | 42       | 43       | 33   | 40       | 41       | 35        |
| <b>3</b>                   | 44                | 41       | 30                 | 40       | 46       | 24       | 38   | 33       | 35       | 47        |
| <b>4</b>                   | 29                | 33       | 40                 | 45       | 47       | 27       | 45   | 43       | 38       | 20        |
| <b>5</b>                   | 43                | 37       | 46                 | 31       | 40       | 45       | 39   | 40       | 34       | 41        |
| <b>6</b>                   | 44                | 39       | 50                 | 32       | 44       | 48       | 30   | 47       | 35       | 45        |
| <b>7</b>                   | 40                | 49       | 37                 | 42       | 31       | 40       | 29   | 36       | 44       | 22        |
| <b>8</b>                   | 35                | 31       | 26                 | 44       | 45       | 42       | 47   | 32       | 27       | 45        |
| <b>9</b>                   | 32                | 45       | 37                 | 41       | 45       | 41       | 41   | 27       | 41       | 38        |
| <b>10</b>                  | 31                | 22       | 34                 | 34       | 36       | 34       | 24   | 40       | 31       | 50        |
| <b>11</b>                  | 34                | 45       | 30                 | 44       | 46       | 48       | 44   | 36       | 37       | 50        |
| <b>12</b>                  | 28                | 30       | 41                 | 45       | 46       | 48       | 38   | 44       | 34       | 37        |
| <b>13</b>                  | 40                | 36       | 27                 | 44       | 37       | 44       | 46   | 36       | 29       | 26        |
| <b>14</b>                  | 44                | 33       | 29                 | 25       | 40       | 25       | 40   | 35       | 33       | 40        |
| <b>15</b>                  | 36                | 18       | 25                 | 34       | 30       | 27       | 30   | 41       | 33       | 33        |
| <b>16</b>                  | 45                | 36       | 37                 | 32       | 20       | 42       | 45   | 38       | 44       | 35        |
| <b>17</b>                  | 34                | 45       | 49                 | 40       | 33       | 44       | 46   | 34       | 33       | 37        |
| <b>18</b>                  | 36                | 28       | 35                 | 39       | 39       | 30       | 37   | 33       | 37       | 18        |
| <b>19</b>                  | 36                | 45       | 44                 | 37       | 35       | 39       | 40   | 43       | 37       | 33        |
| <b>20</b>                  | 29                | 33       | 30                 | 32       | 46       | 31       | 44   | 36       | 28       | 40        |

ANEXO 24.1 *Histograma de Frecuencias*



ANEXO 24.2. *Correlación "D" vs IRI*

**CALCULO DE "D"**

$$D = ( CI + CE + CD ) \times 5 \text{ mm} \times FC$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA

HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA

**CALCULO DEL "IRI"**

**D > 40 mm**

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

**D < 40 mm**

$$IRI = 0.0619D$$

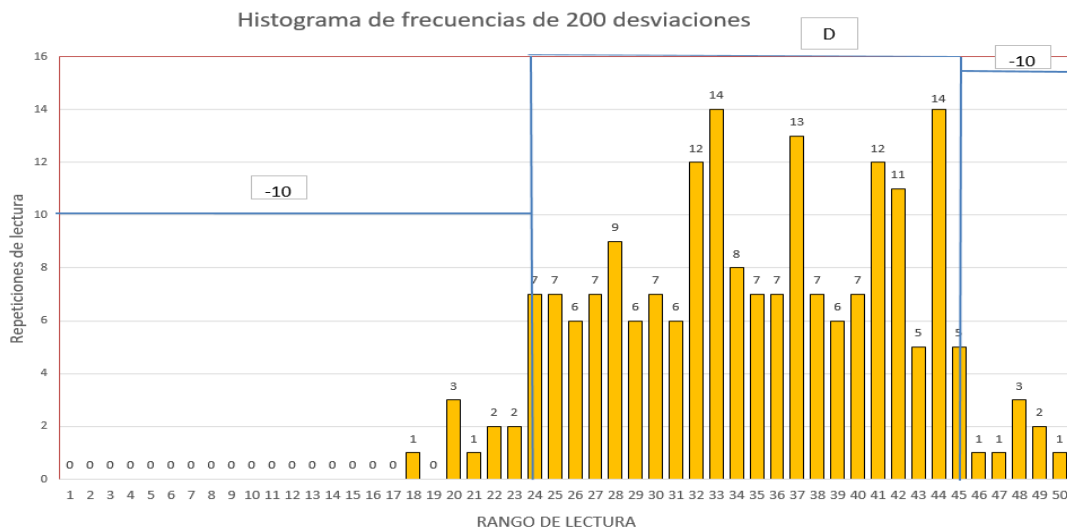
|                                 | COLA IZQUIERDA (CI) | CENTRO (CE)  | COLA DERECHA (CD) |
|---------------------------------|---------------------|--------------|-------------------|
| TOTALES LECTURAS EXTREMAS       | 11                  | -            | 12                |
| LECTURAS CONSIDERADAS           | 1                   | -            | 2                 |
| FRACIONES RESULTANTES           | 0.09                | 21           | 0.17              |
| SUMA FRACIONES ( CI + CE + CD ) |                     | 21.26        |                   |
| <b>D (mm)</b>                   |                     | <b>96.62</b> |                   |
| <b>IRI</b>                      |                     | <b>5.14</b>  |                   |



ANEXO 25. Tramo KM 0+000 al KM 0+400-CARRIL IZQUIERDO - MUESTRA DE PASADA 3(Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO              |          |                   |          |          |          |          |                     |  |          |           |  |
|----------------------------|----------|-------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------|--|----------|-----------|--|
| <b>PROYECTO</b>            | :        | Tesis             |          |          |          |          | <b>SOLICITANTE:</b> | O.Hernandez Hernandez<br>R. Daniel Ayala Navarro |          |           |  |
| <b>CARRIL</b>              | :        | Izquierdo         |          |          |          |          | <b>FECHA</b>        | 18/12/2019                                       |          |           |  |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE:</b> | :        | Losas de concreto |          |          |          |          | <b>HORA</b>         | 11:00 p. m.                                      |          |           |  |
| <b>ENSAYO N°</b>           | :        | 2                 |          |          |          |          | <b>KM</b>           | 0+800 a 1+200                                    |          |           |  |
|                            | <b>1</b> | <b>2</b>          | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b>            | <b>8</b>   | <b>9</b> | <b>10</b> |  |
| <b>1</b>                   | 38       | 33                | 39       | 40       | 41       | 46       | 32                  | 25   | 33       | 28        |  |
| <b>2</b>                   | 28       | 44                | 36       | 32       | 41       | 24       | 33                  | 29   | 41       | 32        |  |
| <b>3</b>                   | 30       | 41                | 34       | 39       | 25       | 28       | 38                  | 40   | 33       | 42        |  |
| <b>4</b>                   | 28       | 33                | 42       | 20       | 29       | 37       | 45                  | 42   | 35       | 28        |  |
| <b>5</b>                   | 40       | 37                | 41       | 30       | 26       | 43       | 33                  | 42   | 34       | 37        |  |
| <b>6</b>                   | 41       | 39                | 49       | 22       | 44       | 44       | 32                  | 31   | 35       | 24        |  |
| <b>7</b>                   | 37       | 29                | 37       | 31       | 42       | 36       | 28                  | 40   | 29       | 25        |  |
| <b>8</b>                   | 34       | 37                | 26       | 48       | 24       | 40       | 31                  | 26   | 27       | 35        |  |
| <b>9</b>                   | 37       | 42                | 27       | 41       | 32       | 41       | 33                  | 28   | 44       | 32        |  |
| <b>10</b>                  | 31       | 28                | 33       | 34       | 40       | 37       | 26                  | 41   | 29       | 47        |  |
| <b>11</b>                  | 41       | 45                | 30       | 26       | 42       | 45       | 44                  | 30   | 32       | 44        |  |
| <b>12</b>                  | 38       | 27                | 41       | 45       | 34       | 48       | 20                  | 38   | 36       | 32        |  |
| <b>13</b>                  | 43       | 33                | 48       | 44       | 42       | 25       | 39                  | 36   | 23       | 42        |  |
| <b>14</b>                  | 44       | 24                | 29       | 21       | 43       | 22       | 40                  | 44   | 38       | 44        |  |
| <b>15</b>                  | 27       | 28                | 25       | 34       | 38       | 27       | 30                  | 41   | 33       | 27        |  |
| <b>16</b>                  | 39       | 36                | 37       | 32       | 20       | 42       | 25                  | 38   | 44       | 35        |  |
| <b>17</b>                  | 34       | 45                | 26       | 34       | 31       | 44       | 27                  | 24   | 33       | 37        |  |
| <b>18</b>                  | 36       | 43                | 35       | 32       | 39       | 30       | 37                  | 33   | 37       | 18        |  |
| <b>19</b>                  | 36       | 31                | 33       | 37       | 35       | 25       | 50                  | 43   | 24       | 33        |  |
| <b>20</b>                  | 32       | 24                | 30       | 32       | 44       | 23       | 44                  | 35   | 49       | 42        |  |

ANEXO 25.1. Histograma de Frecuencias



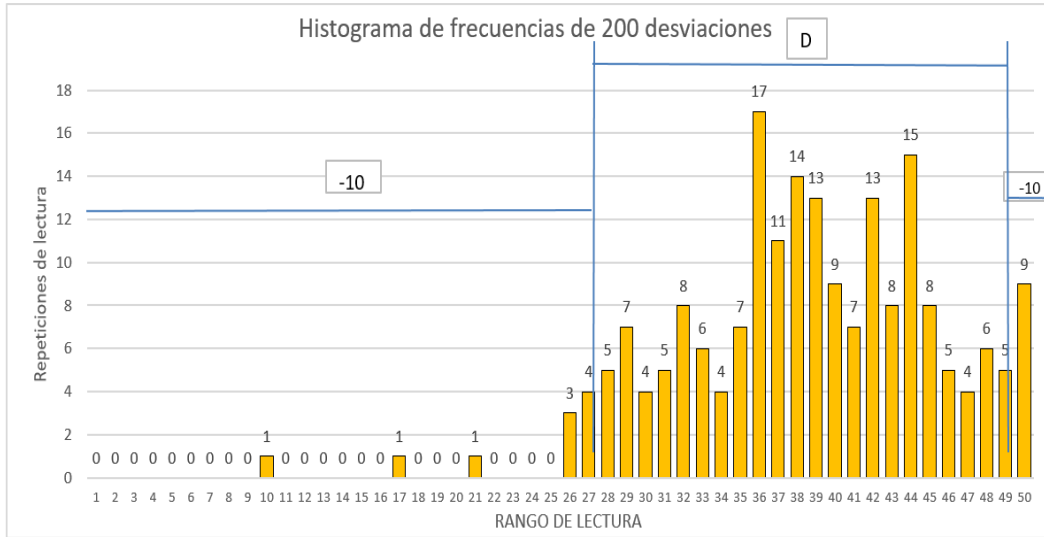
ANEXO 25.2. Correlación "D" vs IRI

| <b>CALCULO DE "D"</b>   |                        |             |                      |
|---|------------------------|-------------|----------------------|
| $D = ( CI + CE + CD ) \times 5 \text{ mm} \times FC$          |                        |             |                      |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                        |             |                      |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                        |             |                      |
| <b>CALCULO DEL "IRI"</b>                                      |                        |             |                      |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                        |             | <b>D &lt; 40 mm</b>  |
| IRI = 0.593 + 0.0471D   |                        |             | IRI = 0.0619D        |
|   | COLA<br>IZQUIERDA (CI) | CENTRO (CE) | COLA<br>DERECHA (CD) |
| TOTALES LECTURAS<br>EXTREMAS<br>LECTURAS<br>CONSIDERADAS      | 16                     | -           | 13                   |
| FRACCIONES RESULTANTES<br>SUMA FRACCIONES<br>( CI + CE + CD ) | 0.38                   | 20          | 0.23                 |
| <b>D (mm)</b>   |                        |             | <b>93.65</b>         |
| <b>IRI</b>  |                        |             | <b>5.00</b>          |

ANEXO 26. Tramo KM 0+400 al KM 0+800-CARRIL IZQUIERDO –MUESTRA DE PASADA 1(Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO              |                  |    |    |    |    |             |                     |                      |    |    |
|----------------------------|------------------|----|----|----|----|-------------|---------------------|----------------------|----|----|
| <b>PROYECTO</b>            | :                |    |    |    |    | Tesis       | <b>SOLICITANTE:</b> | Orlando Hernandez He |    |    |
| <b>CARRIL</b>              | :                |    |    |    |    | Izquierdo   | <b>FECHA</b>        | : 18/12/2019         |    |    |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE:</b> | Losa de concreto |    |    |    |    | <b>HORA</b> | : 11:00 p. m.       |                      |    |    |
| <b>ENSAYO N°</b>           | :                |    |    |    |    | 2           | <b>KM</b>           | : 0+400 a 0+800      |    |    |
|                            | 1                | 2  | 3  | 4  | 5  | 6           | 7                   | 8                    | 9  | 10 |
| <b>1</b>                   | 28               | 39 | 46 | 48 | 49 | 38          | 28                  | 42                   | 32 | 42 |
| <b>2</b>                   | 42               | 42 | 40 | 41 | 36 | 37          | 26                  | 38                   | 47 | 37 |
| <b>3</b>                   | 48               | 31 | 34 | 33 | 38 | 42          | 42                  | 37                   | 44 | 39 |
| <b>4</b>                   | 32               | 48 | 35 | 31 | 33 | 46          | 50                  | 42                   | 10 | 48 |
| <b>5</b>                   | 37               | 44 | 41 | 50 | 39 | 38          | 28                  | 39                   | 40 | 36 |
| <b>6</b>                   | 46               | 44 | 33 | 38 | 31 | 50          | 33                  | 36                   | 40 | 45 |
| <b>7</b>                   | 21               | 43 | 38 | 39 | 45 | 43          | 45                  | 36                   | 37 | 40 |
| <b>8</b>                   | 41               | 38 | 42 | 39 | 48 | 32          | 30                  | 45                   | 32 | 49 |
| <b>9</b>                   | 42               | 34 | 44 | 43 | 34 | 42          | 44                  | 46                   | 42 | 39 |
| <b>10</b>                  | 50               | 41 | 36 | 32 | 40 | 36          | 36                  | 44                   | 44 | 45 |
| <b>11</b>                  | 38               | 27 | 47 | 36 | 47 | 44          | 33                  | 30                   | 36 | 50 |
| <b>12</b>                  | 36               | 17 | 33 | 30 | 36 | 50          | 29                  | 27                   | 34 | 44 |
| <b>13</b>                  | 29               | 27 | 39 | 45 | 35 | 31          | 37                  | 39                   | 35 | 44 |
| <b>14</b>                  | 35               | 43 | 32 | 50 | 38 | 37          | 36                  | 40                   | 39 | 40 |
| <b>15</b>                  | 32               | 44 | 44 | 50 | 38 | 46          | 29                  | 35                   | 49 | 37 |
| <b>16</b>                  | 36               | 40 | 39 | 37 | 43 | 36          | 38                  | 49                   | 38 | 44 |
| <b>17</b>                  | 42               | 36 | 38 | 49 | 38 | 44          | 40                  | 43                   | 28 | 39 |
| <b>18</b>                  | 41               | 28 | 36 | 29 | 41 | 43          | 39                  | 32                   | 29 | 45 |
| <b>19</b>                  | 31               | 47 | 30 | 36 | 35 | 43          | 41                  | 29                   | 44 | 29 |
| <b>20</b>                  | 37               | 48 | 26 | 45 | 50 | 42          | 27                  | 26                   | 37 | 35 |

ANEXO 26.1. *Histograma de Frecuencias*



ANEXO 26.2. *Correlación "D" vs IRI*

**CALCULO DE "D"**

$$D = ( CI + CE + CD ) \times 5 \text{ mm} \times FC$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA

HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA

**CALCULO DEL "IRI"**

**D > 40 mm**

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

**D < 40 mm**

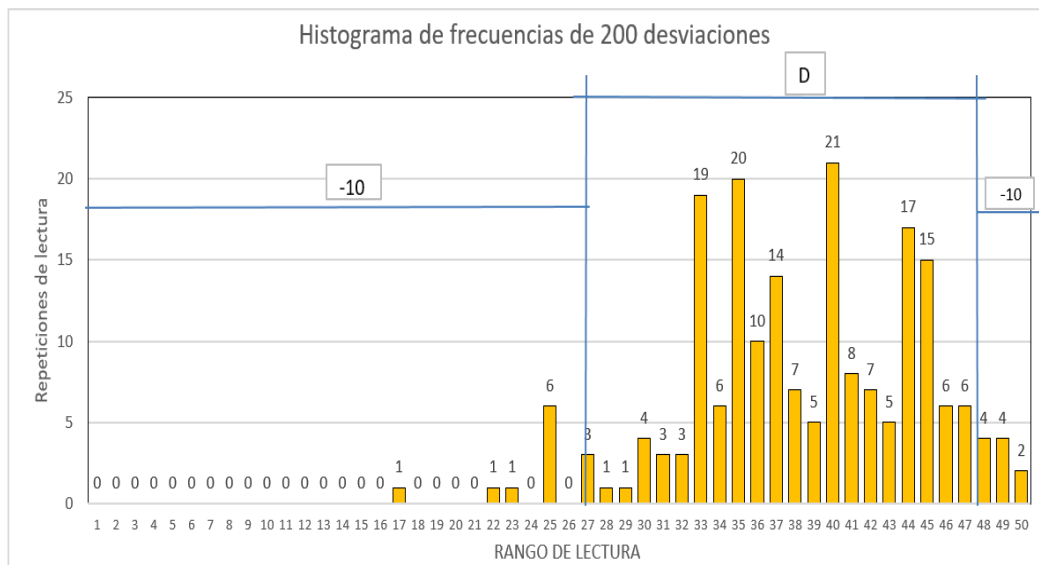
$$IRI = 0.0485D$$

|                                 | COLA IZQUIERDA (CI) | CENTRO (CE)  | COLA DERECHA (CD) |
|---------------------------------|---------------------|--------------|-------------------|
| TOTALES LECTURAS EXTREMAS       | 10                  | -            | 14                |
| LECTURAS CONSIDERADAS           | 0                   | -            | 4                 |
| FRACIONES RESULTANTES           | 0.00                | 21           | 0.29              |
| SUMA FRACIONES ( CI + CE + CD ) |                     | 21.29        |                   |
| <b>D (mm)</b>                   |                     | <b>96.74</b> |                   |
| <b>IRI</b>                      |                     | <b>5.15</b>  |                   |

ANEXO 27. Tramo KM 0+400 al KM 0+800-CARRIL IZQUIERDO -MUESTRA DE PASADA 2 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO              |                   |    |    |    |    |                     |  |    |    |    |  |
|----------------------------|-------------------|----|----|----|----|---------------------|--|----|----|----|--|
| <b>PROYECTO:</b>           | Tesis             |    |    |    |    | <b>SOLICITANTE:</b> | O.Hernandez Hernandez<br>R. D. Ayala Navarro |    |    |    |  |
| <b>CARRIL:</b>             | Izquierdo         |    |    |    |    | <b>FECHA :</b>      | 18/12/2019                                   |    |    |    |  |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE:</b> | Losas de concreto |    |    |    |    | <b>HORA :</b>       | 11:00 p. m.                                  |    |    |    |  |
| <b>ENSAYO N°:</b>          | 2                 |    |    |    |    | <b>KM :</b>         | 0+800 a 1+200                                |    |    |    |  |
|                            | 1                 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6                   | 7  | 8  | 9  | 10 |  |
| 1                          | 32                | 35 | 47 | 45 | 42 | 44                  | 25   | 44 | 30 | 45 |  |
| 2                          | 37                | 45 | 40 | 40 | 38 | 37                  | 25   | 40 | 40 | 41 |  |
| 3                          | 45                | 32 | 35 | 35 | 38 | 45                  | 45   | 35 | 44 | 37 |  |
| 4                          | 35                | 45 | 40 | 33 | 37 | 40                  | 50   | 45 | 17 | 45 |  |
| 5                          | 38                | 40 | 44 | 45 | 33 | 38                  | 25   | 36 | 44 | 36 |  |
| 6                          | 41                | 39 | 33 | 40 | 35 | 44                  | 40   | 40 | 43 | 38 |  |
| 7                          | 25                | 43 | 42 | 35 | 44 | 40                  | 41   | 36 | 37 | 37 |  |
| 8                          | 41                | 38 | 42 | 39 | 44 | 32                  | 35   | 47 | 33 | 49 |  |
| 9                          | 44                | 34 | 41 | 43 | 36 | 37                  | 40   | 41 | 45 | 40 |  |
| 10                         | 48                | 44 | 35 | 37 | 33 | 42                  | 36   | 43 | 30 | 45 |  |
| 11                         | 35                | 27 | 44 | 33 | 47 | 42                  | 35   | 35 | 36 | 44 |  |
| 12                         | 40                | 23 | 36 | 39 | 49 | 50                  | 25   | 27 | 33 | 41 |  |
| 13                         | 30                | 35 | 34 | 44 | 35 | 33                  | 37   | 37 | 35 | 46 |  |
| 14                         | 40                | 43 | 34 | 46 | 36 | 33                  | 42   | 40 | 37 | 40 |  |
| 15                         | 33                | 40 | 47 | 49 | 33 | 46                  | 33   | 35 | 47 | 34 |  |
| 16                         | 36                | 33 | 39 | 44 | 39 | 35                  | 37   | 44 | 38 | 40 |  |
| 17                         | 46                | 33 | 30 | 46 | 31 | 48                  | 29   | 40 | 35 | 33 |  |
| 18                         | 41                | 28 | 33 | 31 | 45 | 44                  | 37   | 40 | 35 | 45 |  |
| 19                         | 33                | 47 | 34 | 33 | 35 | 49                  | 44   | 25 | 48 | 33 |  |
| 20                         | 36                | 48 | 22 | 45 | 46 | 42                  | 27   | 34 | 37 | 31 |  |

ANEXO 27.1. Histograma de Frecuencias



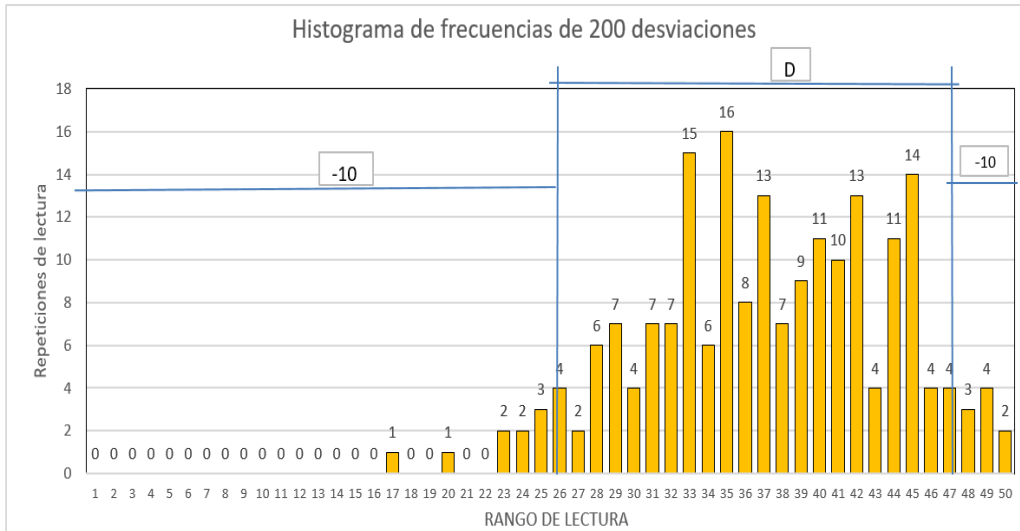
ANEXO 27.2. Correlación "D" vs IRI

| <b>CALCULO DE "D"</b>   |                |                     |              |
|---|----------------|---------------------|--------------|
| <b>D = ( CI + CE + CD ) X 5 mm</b>                            |                |                     |              |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                |                     |              |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                |                     |              |
| <b>CALCULO DEL "IRI"</b>                                      |                |                     |              |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                | <b>D &lt; 40 mm</b> |              |
| IRI = 0.593 + 0.0471D   |                | IRI = 0.0619D       |              |
|   | COLA IZQUIERDA | CENTRO              | COLA DERECHA |
|   | (CI)           | (CE)                | (CD)         |
| TOTALES LECTURAS  | 12             | -                   | 10           |
| EXTREMAS  |                |                     |              |
| LECTURAS CONSIDERADAS   | 2              | -                   | 0            |
| FRACIONES   | 0.17           | 20                  | 0.00         |
| RESULTANTES   |                |                     |              |
| SUMA FRACIONES  |                | 20.17               |              |
| ( CI + CE + CD )  |                |                     |              |
| <b>D (mm)</b>   |                | <b>91.66</b>        |              |
| <b>IRI</b>  |                | <b>4.91</b>         |              |

ANEXO 28. Tramo KM 0+400 al KM 0+800-CARRIL IZQUIERDO -MUESTRA DE PASADA 3 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO           |                   |          |          |          |          |                     |   |          |          |           |
|-------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------|---|----------|----------|-----------|
| <b>PROYECTO:</b>        | Tesis             |          |          |          |          | <b>SOLICITANTE:</b> | O. Hernandez Hernandez<br>R. Daniel Ayala Navarro |          |          |           |
| <b>CARRIL:</b>          | Izquierdo         |          |          |          |          | <b>FECHA</b>        | 18/12/2019  |          |          |           |
| <b>TIPO SUPERFICIE:</b> | Losas de concreto |          |          |          |          | <b>HORA</b>         | 11:00 p. m.                                       |          |          |           |
| <b>ENSAYO N°:</b>       | 1                 |          |          |          |          | <b>KM</b>           | 0+000 a 0+400                                     |          |          |           |
|                         | <b>1</b>          | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b>            | <b>7</b>  | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> |
| <b>1</b>                | 27                | 32       | 28       | 45       | 33       | 42                  | 30  | 42       | 36       | 47        |
| <b>2</b>                | 35                | 44       | 39       | 29       | 35       | 48                  | 32  | 42       | 37       | 41        |
| <b>3</b>                | 45                | 32       | 35       | 35       | 38       | 45                  | 45  | 35       | 44       | 37        |
| <b>4</b>                | 35                | 45       | 40       | 33       | 37       | 40                  | 50  | 45       | 17       | 45        |
| <b>5</b>                | 33                | 40       | 45       | 41       | 38       | 31                  | 29  | 40       | 27       | 40        |
| <b>6</b>                | 32                | 39       | 44       | 40       | 31       | 26                  | 20  | 25       | 43       | 33        |
| <b>7</b>                | 34                | 40       | 42       | 34       | 36       | 40                  | 39  | 34       | 33       | 42        |
| <b>8</b>                | 41                | 25       | 42       | 37       | 43       | 35                  | 33  | 36       | 31       | 49        |
| <b>9</b>                | 45                | 37       | 44       | 38       | 25       | 35                  | 40  | 47       | 45       | 39        |
| <b>10</b>               | 42                | 37       | 35       | 33       | 32       | 42                  | 24  | 50       | 30       | 45        |
| <b>11</b>               | 37                | 49       | 42       | 41       | 36       | 28                  | 24  | 28       | 36       | 44        |
| <b>12</b>               | 43                | 23       | 33       | 49       | 29       | 33                  | 30  | 43       | 32       | 39        |
| <b>13</b>               | 31                | 26       | 34       | 44       | 41       | 42                  | 26  | 37       | 39       | 46        |
| <b>14</b>               | 41                | 42       | 26       | 45       | 36       | 31                  | 42  | 44       | 35       | 36        |
| <b>15</b>               | 37                | 41       | 35       | 49       | 44       | 46                  | 28  | 35       | 47       | 33        |
| <b>16</b>               | 36                | 33       | 39       | 44       | 39       | 35                  | 37  | 29       | 38       | 40        |
| <b>17</b>               | 46                | 33       | 30       | 46       | 31       | 48                  | 29  | 40       | 35       | 33        |
| <b>18</b>               | 41                | 28       | 33       | 31       | 45       | 44                  | 37  | 41       | 38       | 41        |
| <b>19</b>               | 35                | 29       | 33       | 38       | 35       | 38                  | 44  | 23       | 37       | 47        |
| <b>20</b>               | 39                | 48       | 28       | 32       | 34       | 42                  | 29  | 34       | 37       | 45        |

ANEXO 28.1: *Histograma de Frecuencias*



ANEXO 28.2. *Correlación "D" vs IRI*

**CALCULO DE "D"**

$$D = ( CI + CE + CD ) \times 5 \text{ mm}$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA

HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA

**CALCULO DEL "IRI"**

**D > 40 mm**

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

**D < 40 mm**

$$IRI = 0.0619D$$

|                                  | COLA IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO (CE)  | COLA DERECHA<br>(CD) |
|----------------------------------|------------------------|--------------|----------------------|
| TOTALES LECTURAS                 | 10                     | -            | 11                   |
| EXTREMAS LECTURAS CONSIDERADAS   | 0                      | -            | 1                    |
| FRACCIONES RESULTANTES           | 0.23                   | 20           | 0.23                 |
| SUMA FRACCIONES ( CI + CE + CD ) |                        | 20.46        |                      |
| <b>D (mm)</b>                    |                        | <b>93.00</b> |                      |
| <b>IRI</b>                       |                        | <b>4.97</b>  |                      |

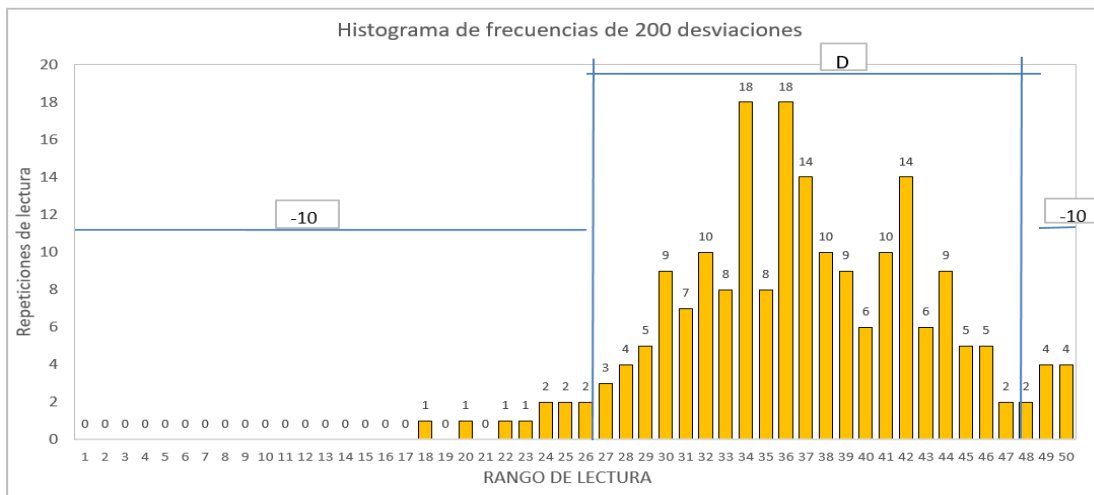
ANEXO 29. Tramo KM 0+800 al KM 1+200-CARRIL IZQUIERDO -MUESTRA DE PASADA 1 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

HOJA DE CAMPO

**PROYECTO** : Tesis **SOLICITANTE:** Orlando Hernandez He  
R. Daniel Ayala Navari  
**CARRIL** : Izquierdo **FECHA** : 18/12/2019  
**TIPO DE SUPERFICIE:** Losa de concreto **HORA** : 11:00 p.m.  
**ENSAYO N°** : 3 **KM** : 0+800 a 1+200

|    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 46 | 49 | 38 | 36 | 33 | 42 | 28 | 38 | 39 | 41 |
| 2  | 39 | 28 | 34 | 35 | 27 | 49 | 32 | 36 | 40 | 33 |
| 3  | 41 | 42 | 36 | 43 | 39 | 50 | 42 | 42 | 37 | 30 |
| 4  | 35 | 36 | 44 | 46 | 43 | 49 | 42 | 25 | 31 | 36 |
| 5  | 37 | 42 | 42 | 36 | 42 | 42 | 41 | 45 | 44 | 44 |
| 6  | 44 | 40 | 42 | 38 | 41 | 40 | 38 | 37 | 41 | 34 |
| 7  | 39 | 28 | 39 | 47 | 44 | 47 | 43 | 45 | 50 | 42 |
| 8  | 48 | 41 | 38 | 44 | 46 | 32 | 38 | 29 | 44 | 36 |
| 9  | 37 | 45 | 31 | 48 | 32 | 36 | 36 | 35 | 34 | 29 |
| 10 | 39 | 34 | 50 | 24 | 36 | 30 | 37 | 23 | 18 | 45 |
| 11 | 30 | 50 | 20 | 34 | 49 | 34 | 44 | 37 | 31 | 31 |
| 12 | 36 | 40 | 27 | 34 | 34 | 38 | 39 | 31 | 36 | 25 |
| 13 | 36 | 37 | 33 | 37 | 43 | 31 | 36 | 30 | 31 | 34 |
| 14 | 32 | 35 | 28 | 44 | 30 | 36 | 32 | 34 | 37 | 37 |
| 15 | 40 | 42 | 32 | 35 | 36 | 30 | 34 | 42 | 34 | 33 |
| 16 | 40 | 41 | 29 | 34 | 37 | 38 | 37 | 43 | 32 | 41 |
| 17 | 35 | 43 | 46 | 35 | 22 | 36 | 35 | 29 | 33 | 41 |
| 18 | 33 | 34 | 34 | 38 | 42 | 41 | 24 | 34 | 37 | 26 |
| 19 | 33 | 32 | 34 | 26 | 39 | 34 | 30 | 32 | 36 | 46 |
| 20 | 39 | 29 | 32 | 30 | 30 | 37 | 27 | 33 | 38 | 45 |

ANEXO 29.1. Histograma de frecuencias



ANEXO 29.2. Correlación "D" vs IRI

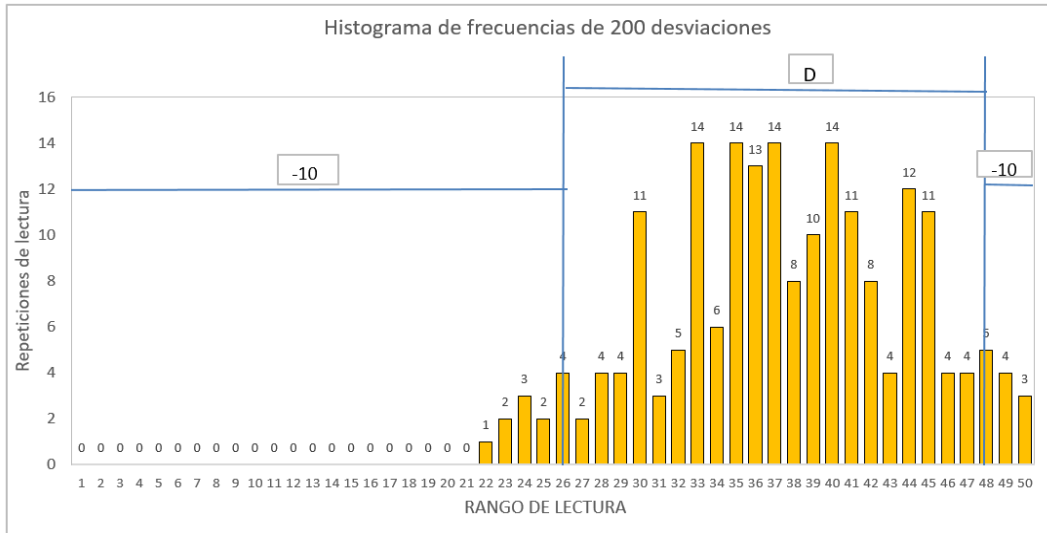
| CALCULO DE "D"  |                           |                     |                      |
|---|---------------------------|---------------------|----------------------|
| <b>D = ( CI + CE + CD ) x 5 mm X FC</b>                       |                           |                     |                      |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                           |                     |                      |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                           |                     |                      |
| CALCULO DEL "IRI"   |                           |                     |                      |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                           | <b>D &lt; 40 mm</b> |                      |
| IRI = 0.593 + 0.0471D   |                           | IRI = 0.0485D       |                      |
|   | COLA<br>IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO<br>(CE)      | COLA DERECHA<br>(CD) |
| TOTALES LECTURAS<br>EXTREMAS                                  | 10                        | -                   | 10                   |
| LECTURAS<br>CONSIDERADAS                                      | 0                         | -                   | 0                    |
| FRACIONES<br>RESULTANTES                                      | 0.09                      | 21                  | 0.00                 |
| SUMA FRACIONES<br>( CI + CE + CD )                            |                           | 21                  |                      |
| <b>D (mm)</b>   |                           | <b>95.45</b>        |                      |
| <b>IRI</b>  |                           | <b>5.09</b>         |                      |

ANEXO 30. Tramo KM 0+800 al KM 1+200-CARRIL IZQUIERDO - MUESTRA DE PASADA 2 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO      |                  |    |    |    |              |    |    |                        |    |    |
|--------------------|------------------|----|----|----|--------------|----|----|------------------------|----|----|
| PROYECTO           | Tesis Izquierdo  |    |    |    | SOLICITANTE: |    |    | O. Hernandez Hernandez |    |    |
| CARRIL             | Losa de concreto |    |    |    | FECHA        | :  |    | 18/12/2019             |    |    |
| TIPO DE SUPERFICIE | 2                |    |    |    | HORA         | :  |    | 11:00 p. m.            |    |    |
| ENSAYO N°          | 2                |    |    |    | KM           | :  |    | 0+800 a 1+200          |    |    |
|                    | 1                | 2  | 3  | 4  | 5            | 6  | 7  | 8                      | 9  | 10 |
| 1                  | 44               | 45 | 38 | 40 | 36           | 40 | 33 | 35                     | 40 | 41 |
| 2                  | 39               | 30 | 34 | 38 | 25           | 45 | 33 | 40                     | 41 | 33 |
| 3                  | 44               | 42 | 39 | 44 | 39           | 47 | 49 | 46                     | 37 | 35 |
| 4                  | 35               | 32 | 40 | 46 | 47           | 45 | 40 | 30                     | 33 | 30 |
| 5                  | 36               | 42 | 26 | 36 | 33           | 40 | 45 | 45                     | 49 | 39 |
| 6                  | 44               | 40 | 33 | 38 | 48           | 40 | 37 | 36                     | 41 | 40 |
| 7                  | 35               | 24 | 39 | 50 | 37           | 47 | 29 | 45                     | 44 | 42 |
| 8                  | 36               | 41 | 47 | 44 | 46           | 33 | 42 | 30                     | 44 | 41 |
| 9                  | 36               | 44 | 39 | 48 | 26           | 36 | 43 | 35                     | 34 | 50 |
| 10                 | 33               | 34 | 48 | 24 | 44           | 30 | 33 | 22                     | 30 | 45 |
| 11                 | 32               | 50 | 28 | 39 | 45           | 37 | 45 | 37                     | 40 | 36 |
| 12                 | 41               | 44 | 30 | 29 | 35           | 40 | 35 | 30                     | 36 | 24 |
| 13                 | 33               | 39 | 40 | 37 | 37           | 26 | 44 | 30                     | 35 | 34 |
| 14                 | 37               | 48 | 30 | 46 | 35           | 41 | 35 | 33                     | 26 | 40 |
| 15                 | 41               | 45 | 33 | 30 | 38           | 28 | 34 | 45                     | 35 | 36 |
| 16                 | 41               | 39 | 30 | 39 | 43           | 38 | 37 | 35                     | 38 | 41 |
| 17                 | 37               | 43 | 42 | 35 | 29           | 35 | 26 | 23                     | 28 | 44 |
| 18                 | 36               | 42 | 33 | 25 | 42           | 41 | 28 | 38                     | 40 | 23 |
| 19                 | 37               | 31 | 37 | 29 | 40           | 34 | 37 | 36                     | 36 | 43 |
| 20                 | 37               | 49 | 32 | 39 | 30           | 33 | 16 | 42                     | 38 | 48 |



ANEXO 30.1. *Histograma de frecuencias*



ANEXO 30.2. *Correlación "D" vs IRI*

**CALCULO DE "D"**

$$D = (CI + CE + CD) \times 5 \text{ mm}$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA

HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA

**CALCULO DEL "IRI"**

**D > 40 mm**

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

**D < 40 mm**

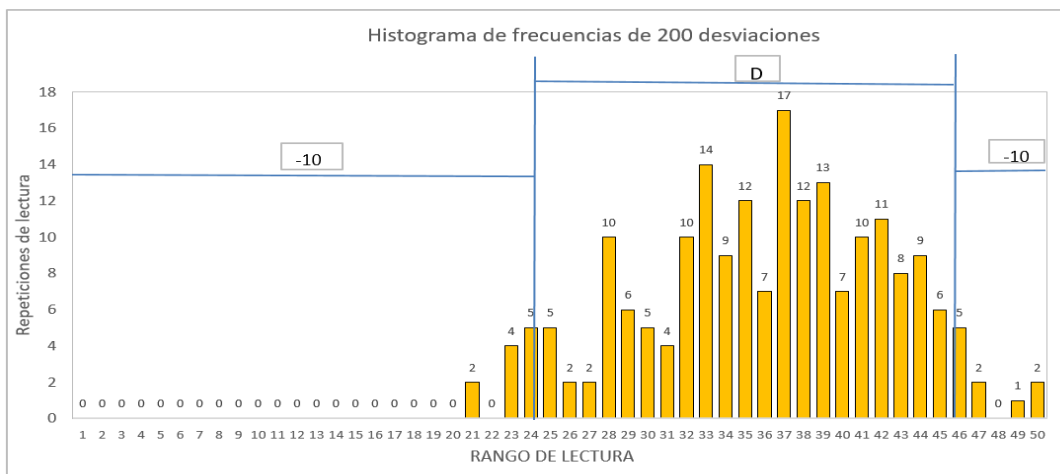
$$IRI = 0.0619D$$

|                                    | COLA IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO (CE)  | COLA DERECHA<br>(CD) |
|------------------------------------|------------------------|--------------|----------------------|
| TOTALES LECTURAS<br>EXTREMAS       | 12                     | -            | 12                   |
| LECTURA CONSIDERADAS               | 2                      | -            | 2                    |
| FRACION RESULTANTE                 | 0.17                   | 21           | 0.17                 |
| SUMA FRACIONES<br>( CI + CE + CD ) |                        | 21.33        |                      |
| <b>D (mm)</b>                      |                        | <b>96.96</b> |                      |
| <b>IRI</b>                         |                        | <b>5.16</b>  |                      |

ANEXO 31. *Tramo KM 0+800 al KM 1+200-CARRIL IZQUIERDO -MUESTRA DE PASADA 3 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)*

| HOJA DE CAMPO   |                   |    |    |    |    |              |  |    |    |    |  |
|-----------------|-------------------|----|----|----|----|--------------|--|----|----|----|--|
| PROYECTO        | Tesis             |    |    |    |    | SOLICITANTE: | O.Hernandez Hernandez<br>R. Daniel Ayala Navarro |    |    |    |  |
| CARRIL:         | Izquierdo         |    |    |    |    | FECHA        | 18/12/2019                                       |    |    |    |  |
| TIPOSUPERFICIE: | Losas de concreto |    |    |    |    | HORA         | 11:00 p. m.                                      |    |    |    |  |
| ENSAYO N° :     | 2                 |    |    |    |    | KM           | 0+800 a 1+200                                    |    |    |    |  |
|                 | 1                 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6            | 7  | 8  | 9  | 10 |  |
| 1               | 45                | 38 | 37 | 40 | 38 | 35           | 33   | 35 | 40 | 38 |  |
| 2               | 43                | 37 | 39 | 33 | 42 | 34           | 33   | 45 | 29 | 46 |  |
| 3               | 39                | 46 | 39 | 35 | 28 | 43           | 35   | 47 | 32 | 28 |  |
| 4               | 40                | 44 | 39 | 33 | 42 | 41           | 34   | 30 | 24 | 35 |  |
| 5               | 36                | 44 | 36 | 35 | 33 | 42           | 38   | 29 | 43 | 39 |  |
| 6               | 37                | 34 | 42 | 38 | 41 | 32           | 41   | 31 | 25 | 41 |  |
| 7               | 36                | 37 | 42 | 45 | 37 | 47           | 42   | 45 | 25 | 24 |  |
| 8               | 29                | 32 | 43 | 32 | 28 | 33           | 44   | 32 | 43 | 32 |  |
| 9               | 29                | 36 | 39 | 49 | 50 | 32           | 45   | 32 | 25 | 50 |  |
| 10              | 21                | 34 | 46 | 32 | 31 | 30           | 39   | 28 | 24 | 44 |  |
| 11              | 34                | 30 | 21 | 28 | 46 | 27           | 41   | 37 | 29 | 36 |  |
| 12              | 40                | 39 | 37 | 39 | 39 | 42           | 37   | 33 | 37 | 24 |  |
| 13              | 37                | 32 | 41 | 34 | 37 | 30           | 44   | 31 | 38 | 28 |  |
| 14              | 37                | 33 | 35 | 44 | 39 | 37           | 35   | 26 | 23 | 38 |  |
| 15              | 34                | 45 | 23 | 28 | 36 | 26           | 38   | 44 | 46 | 33 |  |
| 16              | 41                | 39 | 30 | 39 | 43 | 38           | 37   | 35 | 38 | 41 |  |
| 17              | 37                | 43 | 42 | 35 | 29 | 35           | 33   | 23 | 28 | 44 |  |
| 18              | 36                | 42 | 33 | 25 | 42 | 41           | 28   | 38 | 40 | 23 |  |
| 19              | 37                | 31 | 33 | 25 | 41 | 34           | 37   | 35 | 40 | 42 |  |
| 20              | 24                | 44 | 33 | 40 | 34 | 28           | 27   | 43 | 38 | 33 |  |

ANEXO 31.1. *Histograma de frecuencias*



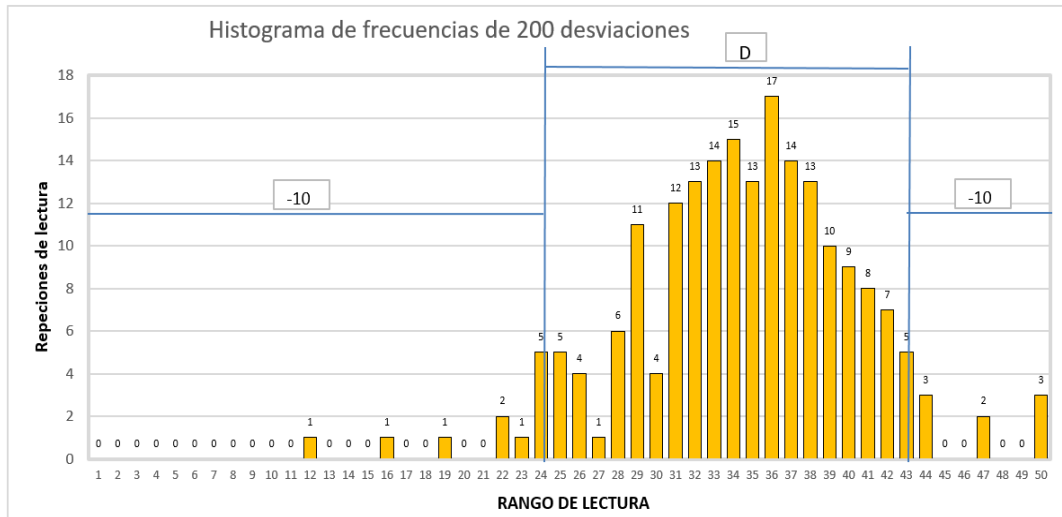
ANEXO 31.2. Correlación "D" vs IRI

| <b>CALCULO DE "D"</b>   |                        |                     |                      |
|---|------------------------|---------------------|----------------------|
| <b>D = ( CI + CE + CD ) X 5 mm</b>                            |                        |                     |                      |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                        |                     |                      |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                        |                     |                      |
| <b>CALCULO DEL "IRI"</b>                                      |                        |                     |                      |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                        | <b>D &lt; 40 mm</b> |                      |
| IRI = 0.593 + 0.0471D   |                        | IRI = 0.0619D       |                      |
|   | COLA IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO (CE)         | COLA DERECHA<br>(CD) |
| TOTALES LECTURAS<br>EXTREMAS                                  | 11                     | -                   | 10                   |
| LECTURAS<br>CONSIDERADAS                                      | 1                      | -                   | 0                    |
| FRACIONES<br>RESULTANTES                                      | 0.00                   | 21                  | 0.00                 |
| SUMA FRACIONES<br>( CI + CE + CD )                            |                        | 21.09               |                      |
| <b>D (mm)</b>   |                        | <b>95.86</b>        |                      |
| <b>IRI</b>  |                        | <b>5.11</b>         |                      |

ANEXO 32. Tramo KM 0+000 al KM 0+400-CARRIL DERECHO - MUESTRA DE PASADA  
1 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO              |                   |    |    |    |    |                     |   |    |    |    |  |
|----------------------------|-------------------|----|----|----|----|---------------------|---|----|----|----|--|
| <b>PROYECTO</b>            | : Tesis           |    |    |    |    | <b>SOLICITANTE:</b> | Orlando Hernandez Hei<br>R. Daniel Ayala Navarr |    |    |    |  |
| <b>CARRIL</b>              | : Derecho         |    |    |    |    | <b>FECHA</b>        | : 18/12/2019                                    |    |    |    |  |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE:</b> | Losas de concreto |    |    |    |    | <b>HORA</b>         | : 11:00 p. m.                                   |    |    |    |  |
| <b>ENSAYO N°</b>           | : 1               |    |    |    |    | <b>KM</b>           | : 0+ 000 al 0+400                               |    |    |    |  |
|                            | 1                 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6                   | 7   | 8  | 9  | 10 |  |
| 1                          | 40                | 36 | 29 | 35 | 34 | 37                  | 47  | 41 | 40 | 50 |  |
| 2                          | 19                | 36 | 27 | 31 | 38 | 38                  | 37  | 24 | 35 | 28 |  |
| 3                          | 36                | 33 | 33 | 42 | 39 | 32                  | 34  | 37 | 39 | 41 |  |
| 4                          | 28                | 31 | 35 | 36 | 29 | 33                  | 39  | 31 | 22 | 26 |  |
| 5                          | 38                | 25 | 47 | 33 | 22 | 39                  | 28  | 29 | 33 | 38 |  |
| 6                          | 41                | 38 | 28 | 41 | 33 | 40                  | 31  | 16 | 32 | 44 |  |
| 7                          | 29                | 39 | 38 | 38 | 31 | 30                  | 24  | 43 | 37 | 38 |  |
| 8                          | 30                | 24 | 42 | 25 | 36 | 35                  | 41  | 36 | 25 | 35 |  |
| 9                          | 39                | 31 | 43 | 36 | 41 | 38                  | 24  | 36 | 34 | 32 |  |
| 10                         | 29                | 40 | 40 | 33 | 36 | 36                  | 36  | 26 | 32 | 40 |  |
| 11                         | 42                | 32 | 32 | 33 | 38 | 23                  | 39  | 34 | 32 | 39 |  |
| 12                         | 42                | 36 | 35 | 38 | 38 | 35                  | 32  | 32 | 36 | 32 |  |
| 13                         | 33                | 39 | 29 | 34 | 26 | 26                  | 29  | 34 | 37 | 44 |  |
| 14                         | 29                | 35 | 34 | 35 | 43 | 31                  | 40  | 33 | 36 | 31 |  |
| 15                         | 40                | 34 | 33 | 37 | 29 | 39                  | 44  | 33 | 24 | 40 |  |
| 16                         | 31                | 37 | 37 | 41 | 29 | 37                  | 33  | 35 | 43 | 29 |  |
| 17                         | 35                | 34 | 12 | 34 | 37 | 50                  | 36  | 42 | 42 | 31 |  |
| 18                         | 37                | 50 | 37 | 31 | 42 | 31                  | 36  | 34 | 25 | 37 |  |
| 19                         | 32                | 32 | 43 | 35 | 36 | 34                  | 35  | 28 | 30 | 34 |  |
| 20                         | 28                | 32 | 33 | 41 | 25 | 34                  | 34  | 37 | 30 | 38 |  |

ANEXO 32.1. *Histograma de Frecuencias*



ANEXO 32.2. *Correlación "D" vs IRI*

**CALCULO DE "D"**

$$D = ( CI + CE + CD ) \times 5 \text{ mm} \times FC$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA  
 HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA  
**CALCULO DEL "IRI"**

**D > 40 mm**  
 $IRI = 0.593 + 0.0471D$

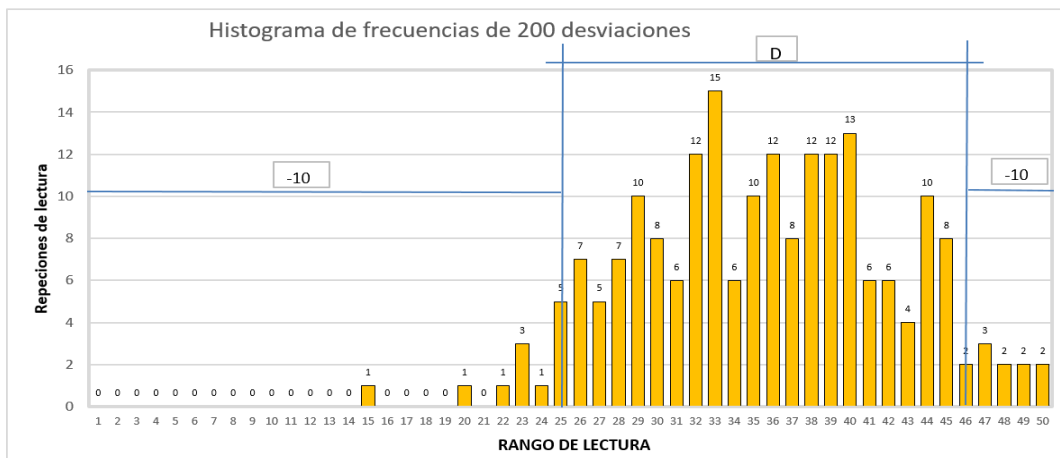
**D < 40 mm**  
 $IRI = 0.0619D$

|                  | COLA IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO<br>(CE) | COLA DERECHA<br>(CD) |
|------------------|------------------------|----------------|----------------------|
| TOTALES          | 11                     | -              | 13                   |
| EXTREMAS         |                        |                |                      |
| LECTURAS         | 1                      | -              | 3                    |
| CONSIDERADAS     |                        |                |                      |
| FRACCIONES       | 0.09                   | 18             | 0.23                 |
| RESULTANTES      |                        |                |                      |
| SUMA             |                        | 18.32          |                      |
| ( CI + CE + CD ) |                        |                |                      |
| <b>D (mm)</b>    |                        | <b>83.27</b>   |                      |
| <b>IRI</b>       |                        | <b>4.52</b>    |                      |

ANEXO 33. Tramo KM 0+000 al KM 0+400-CARRIL DERECHO –MUESTRA DE PASADA  
2 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO             |                   |    |    |    |    |                     |   |    |    |    |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|---------------------|---|----|----|----|
| <b>PROYECTO:</b>          | Tesis             |    |    |    |    | <b>SOLICITANTE:</b> | O. Hernandez Hernandez<br>R. Daniel Ayala Navarro |    |    |    |
| <b>CARRIL:</b>            | Izquierdo         |    |    |    |    | <b>FECHA:</b>       | 19/12/2019  |    |    |    |
| <b>TIPO DE ENSAYO N°:</b> | Losas de concreto |    |    |    |    | <b>HORA:</b>        | 11:00 p. m.                                       |    |    |    |
|                           | 1                 |    |    |    |    | <b>KM:</b>          | 0+000 a 0+400                                     |    |    |    |
|                           | 1                 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6                   | 7   | 8  | 9  | 10 |
| 1                         | 42                | 39 | 23 | 35 | 34 | 39                  | 40  | 41 | 40 | 46 |
| 2                         | 28                | 36 | 30 | 33 | 38 | 40                  | 30  | 28 | 27 | 37 |
| 3                         | 35                | 36 | 25 | 40 | 41 | 39                  | 33  | 40 | 45 | 49 |
| 4                         | 33                | 37 | 30 | 32 | 38 | 32                  | 39  | 27 | 31 | 26 |
| 5                         | 40                | 47 | 25 | 33 | 22 | 38                  | 40  | 29 | 39 | 38 |
| 6                         | 41                | 35 | 30 | 26 | 39 | 36                  | 31  | 24 | 35 | 44 |
| 7                         | 32                | 39 | 29 | 38 | 43 | 40                  | 27  | 44 | 33 | 38 |
| 8                         | 41                | 26 | 40 | 25 | 38 | 30                  | 41  | 36 | 38 | 28 |
| 9                         | 45                | 36 | 43 | 33 | 39 | 32                  | 28  | 40 | 28 | 42 |
| 10                        | 29                | 40 | 33 | 42 | 32 | 36                  | 36  | 26 | 40 | 33 |
| 11                        | 45                | 32 | 45 | 33 | 38 | 27                  | 39  | 45 | 38 | 36 |
| 12                        | 44                | 32 | 35 | 43 | 38 | 44                  | 32  | 49 | 36 | 45 |
| 13                        | 47                | 39 | 29 | 26 | 32 | 26                  | 33  | 44 | 37 | 50 |
| 14                        | 29                | 35 | 34 | 33 | 43 | 42                  | 33  | 26 | 36 | 29 |
| 15                        | 44                | 34 | 39 | 31 | 29 | 31                  | 34  | 37 | 29 | 48 |
| 16                        | 39                | 42 | 37 | 45 | 35 | 44                  | 28  | 35 | 47 | 29 |
| 17                        | 37                | 40 | 15 | 30 | 37 | 50                  | 32  | 42 | 25 | 44 |
| 18                        | 46                | 48 | 30 | 31 | 31 | 27                  | 29  | 25 | 33 | 45 |
| 19                        | 44                | 32 | 33 | 35 | 36 | 34                  | 35  | 32 | 30 | 34 |
| 20                        | 28                | 33 | 33 | 41 | 23 | 20                  | 44  | 37 | 36 | 38 |

ANEXO 33.1. Histograma de frecuencias



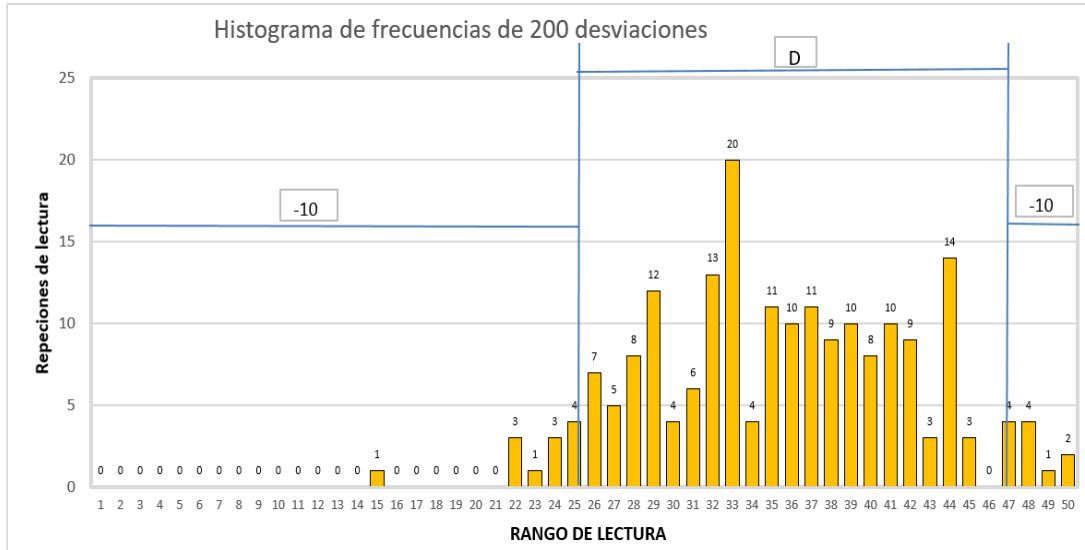
ANEXO 33.2. Correlación "D" vs IRI

| <b>CALCULO DE "D"</b>   |                |                     |              |
|---|----------------|---------------------|--------------|
| <b>D = ( CI + CE + CD ) X 5 mm x FC</b>                       |                |                     |              |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                |                     |              |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                |                     |              |
| <b>CALCULO DEL "IRI"</b>                                      |                |                     |              |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                | <b>D &lt; 40 mm</b> |              |
| IRI = 0.593 + 0.0471D   |                | IRI = 0.0619D       |              |
|   | COLA IZQUIERDA | CENTRO              | COLA DERECHA |
|   | (CI)           | (CE)                | (CD)         |
| TOTALES LECTURAS EXTREMAS                                     | 12             | -                   | 11           |
| LECTURA CONSIDERADAS  | 2              | -                   | 1            |
| FRACIÓN RESULTANTE  | 0.09           | 20                  | 0.09         |
| SUMA FRACIONES ( CI + CE + CD )                               |                | 20.26               |              |
| <b>D (mm)</b>   |                | <b>92.07</b>        |              |
| <b>IRI</b>  |                | <b>4.93</b>         |              |

ANEXO 34 . Tramo KM 0+000 al KM 0+400-CARRIL DERECHO - MUESTRA DE PASADA 3 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO      |                   |    |    |    |    |                     |  |    |    |    |  |
|--------------------|-------------------|----|----|----|----|---------------------|--|----|----|----|--|
| <b>PROYECTO:</b>   | Tesis             |    |    |    |    | <b>SOLICITANTE:</b> | O.Hernandez Hernandez<br>R. Daniel Ayala Navarro |    |    |    |  |
| <b>CARRIL:</b>     | Izquierdo         |    |    |    |    | <b>FECHA:</b>       | 19/12/2019                                       |    |    |    |  |
| <b>SUPERFICIE:</b> | Losas de concreto |    |    |    |    | <b>HORA:</b>        | 11:00 p. m.                                      |    |    |    |  |
| <b>ENSAYO N°:</b>  | 1                 |    |    |    |    | <b>KM:</b>          | 0+000 a  |    |    |    |  |
|                    | 1                 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6                   | 7  | 8  | 9  | 10 |  |
| 1                  | 35                | 37 | 34 | 44 | 41 | 40                  | 35   | 41 | 33 | 44 |  |
| 2                  | 27                | 28 | 39 | 30 | 37 | 41                  | 32   | 28 | 27 | 29 |  |
| 3                  | 33                | 36 | 28 | 44 | 36 | 33                  | 36   | 26 | 27 | 36 |  |
| 4                  | 39                | 33 | 32 | 38 | 37 | 33                  | 42   | 24 | 31 | 29 |  |
| 5                  | 25                | 38 | 39 | 37 | 32 | 24                  | 38   | 25 | 42 | 35 |  |
| 6                  | 42                | 33 | 39 | 36 | 26 | 33                  | 28   | 38 | 35 | 47 |  |
| 7                  | 33                | 39 | 37 | 26 | 29 | 40                  | 25   | 47 | 37 | 43 |  |
| 8                  | 41                | 35 | 40 | 44 | 32 | 30                  | 44   | 29 | 38 | 22 |  |
| 9                  | 43                | 34 | 43 | 31 | 39 | 42                  | 27   | 32 | 22 | 42 |  |
| 10                 | 29                | 37 | 29 | 36 | 44 | 48                  | 42   | 35 | 42 | 26 |  |
| 11                 | 41                | 32 | 40 | 32 | 38 | 33                  | 39   | 44 | 40 | 41 |  |
| 12                 | 44                | 33 | 35 | 44 | 26 | 31                  | 40   | 49 | 36 | 47 |  |
| 13                 | 47                | 39 | 29 | 26 | 32 | 26                  | 33   | 44 | 37 | 50 |  |
| 14                 | 32                | 45 | 30 | 33 | 41 | 38                  | 32   | 27 | 33 | 29 |  |
| 15                 | 44                | 45 | 39 | 31 | 29 | 48                  | 24   | 37 | 29 | 48 |  |
| 16                 | 36                | 42 | 37 | 44 | 35 | 44                  | 28   | 35 | 31 | 29 |  |
| 17                 | 38                | 40 | 15 | 39 | 37 | 50                  | 32   | 42 | 25 | 41 |  |
| 18                 | 33                | 48 | 28 | 31 | 22 | 33                  | 29   | 23 | 33 | 45 |  |
| 19                 | 44                | 32 | 33 | 35 | 36 | 34                  | 35   | 32 | 30 | 34 |  |
| 20                 | 28                | 33 | 40 | 41 | 28 | 33                  | 41   | 33 | 36 | 38 |  |

ANEXO 34.1. *Histograma de frecuencias*



ANEXO 34.2. *Correlación "D" vs IRI*

**CALCULO DE "D"**

$$D = ( CI + CE + CD ) X 5 \text{ mm} x FC$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA

HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA

**CALCULO DEL "IRI"**

**D > 40 mm**  
 $IRI = 0.593 + 0.0471D$

**D < 40 mm**  
 $IRI = 0.0619D$

|   | COLA IZQUIERDA (CI) | CENTRO (CE)  | COLA DERECHA (CD) |
|---|---------------------|--------------|-------------------|
| TOTALES LECTURAS EXTREMAS                   | 10                  | -            | 11                |
| LECTURAS CONSIDERADAS FRACIONES RESULTANTES | 0                   | -            | 1                 |
| SUMA FRACIONES ( CI + CE + CD )             | 0.00                | 20           | 0.09              |
| <b>D (mm)</b>                               |                     | <b>20.09</b> |                   |
| <b>IRI</b>                                  |                     | <b>91.31</b> |                   |
|   |                     | <b>4.89</b>  |                   |

ANEXO 35. Tramo KM 0+400 al KM 0+800-CARRIL DERECHO - MUESTRA DE PASADA

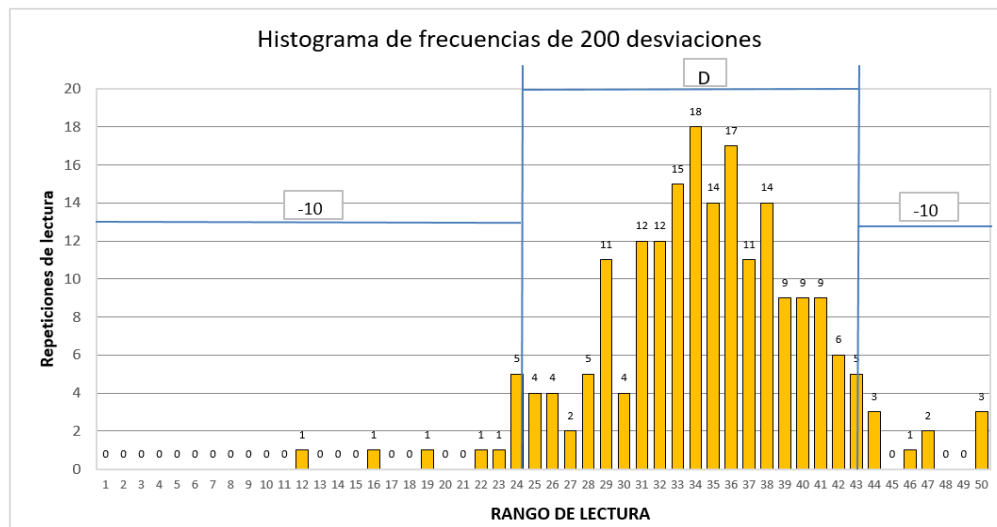
1 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

HOJA DE CAMPO

**PROYECTO** : Tesis **SOLICITANTE:** Orlando Hernandez Hei  
 R. Daniel Ayala Navarrc  
**CARRIL** : Derecho **FECHA** : 18/12/2019  
**TIPO DE SUPERFICIE:** Losa de concreto **HORA** : 12:00 p. m.  
**ENSAYO N°** : 2 **KM** : 0+400 a 0+800

|    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 40 | 36 | 29 | 35 | 34 | 37 | 47 | 41 | 40 | 50 |
| 2  | 19 | 36 | 27 | 31 | 38 | 35 | 36 | 24 | 35 | 27 |
| 3  | 36 | 33 | 33 | 42 | 39 | 32 | 34 | 34 | 37 | 39 |
| 4  | 41 | 28 | 31 | 35 | 36 | 29 | 33 | 34 | 31 | 29 |
| 5  | 38 | 25 | 47 | 33 | 22 | 39 | 28 | 29 | 33 | 38 |
| 6  | 41 | 38 | 28 | 41 | 33 | 40 | 31 | 16 | 32 | 44 |
| 7  | 29 | 39 | 38 | 38 | 31 | 30 | 24 | 43 | 37 | 38 |
| 8  | 30 | 24 | 42 | 25 | 36 | 35 | 41 | 36 | 36 | 35 |
| 9  | 39 | 36 | 43 | 36 | 41 | 38 | 24 | 36 | 34 | 32 |
| 10 | 29 | 40 | 40 | 33 | 36 | 36 | 38 | 26 | 32 | 40 |
| 11 | 42 | 32 | 32 | 33 | 38 | 23 | 39 | 34 | 32 | 39 |
| 12 | 42 | 36 | 35 | 38 | 38 | 35 | 32 | 32 | 36 | 32 |
| 13 | 33 | 39 | 29 | 34 | 26 | 26 | 29 | 34 | 37 | 44 |
| 14 | 29 | 35 | 34 | 35 | 43 | 31 | 40 | 33 | 36 | 31 |
| 15 | 40 | 34 | 33 | 37 | 29 | 39 | 44 | 33 | 24 | 40 |
| 16 | 31 | 37 | 31 | 37 | 41 | 29 | 37 | 33 | 35 | 43 |
| 17 | 35 | 34 | 12 | 34 | 37 | 50 | 46 | 42 | 42 | 38 |
| 18 | 31 | 37 | 50 | 33 | 31 | 43 | 31 | 26 | 34 | 25 |
| 19 | 34 | 32 | 41 | 35 | 36 | 34 | 35 | 28 | 30 | 34 |
| 20 | 28 | 32 | 33 | 41 | 25 | 34 | 34 | 37 | 30 | 38 |

ANEXO 35.1: Histograma de Frecuencias





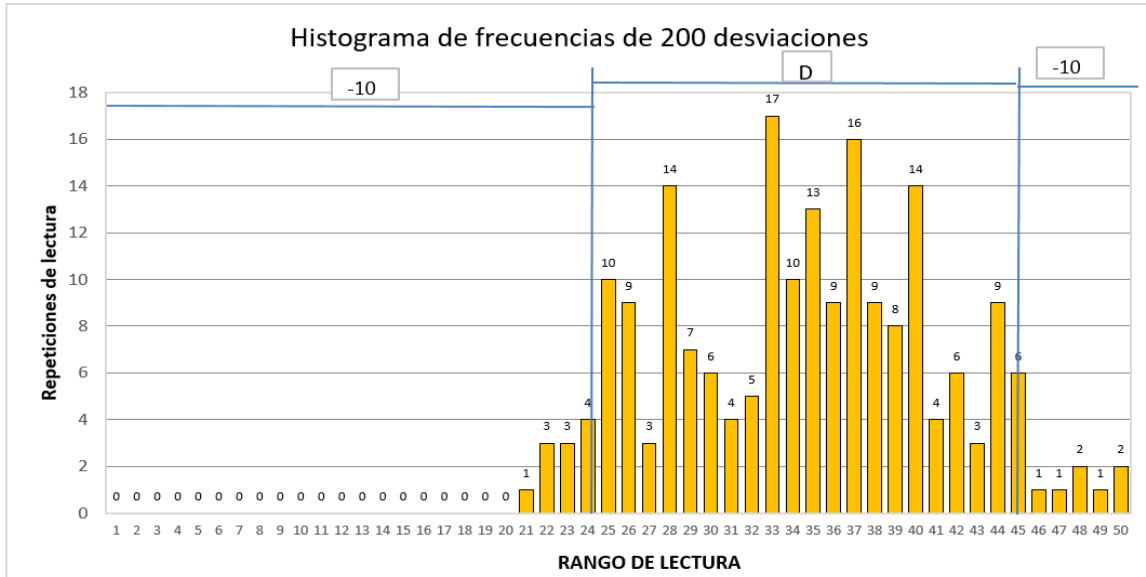
ANEXO 35.2. Correlación "D" vs IRI

| <b>CALCULO DE "D"</b>   |                           |                      |                         |
|---|---------------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>D = ( CI + CE + CD ) × 5 mm × FC</b>                       |                           |                      |                         |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                           |                      |                         |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                           |                      |                         |
| <b>CALCULO DEL "IRI"</b>                                      |                           |                      |                         |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                           | <b>D &lt; 40 mm</b>  |                         |
| <b>IRI = 0.593 + 0.0471D</b>                                  |                           | <b>IRI = 0.0485D</b> |                         |
|   | COLA<br>IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO<br>(CE)       | COLA<br>DERECHA<br>(CD) |
| TOTALES LECTURAS<br>EXTREMAS                                  | 10                        | -                    | 14                      |
| LECTURAS<br>CONSIDERADAS                                      | 0                         | -                    | 4                       |
| FRACCIONES<br>RESULTANTES                                     | 0.00                      | 18                   | 0.29                    |
| SUMA FRACCIONES<br>( CI + CE + CD )                           |                           | 18.29                |                         |
| <b>D (mm)</b>   |                           | <b>83.11</b>         |                         |
| <b>IRI</b>  |                           | <b>4.51</b>          |                         |

ANEXO 36. Tramo KM 0+400 al KM 0+800-CARRIL DERECHO -MUESTRA DE PASADA  
2 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO             |                  |    |    |    |    |                     |                        |    |    |    |
|---------------------------|------------------|----|----|----|----|---------------------|------------------------|----|----|----|
| <b>PROYECTO:</b>          | Tesis            |    |    |    |    | <b>SOLICITANTE:</b> | O. Hernandez Hernandez |    |    |    |
| <b>CARRIL:</b>            | Izquierdo        |    |    |    |    | <b>FECHA:</b>       | 18/12/2019             |    |    |    |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE</b> | Losa de concreto |    |    |    |    | <b>HORA:</b>        | 11:00 p. m.            |    |    |    |
| <b>ENSAYO N°:</b>         | 1                |    |    |    |    | <b>KM :</b>         | 0+000 a 0+400          |    |    |    |
|                           | 1                | 2  | 3  | 4  | 5  | 6                   | 7                      | 8  | 9  | 10 |
| 1                         | 44               | 39 | 25 | 35 | 33 | 40                  | 45                     | 39 | 40 | 29 |
| 2                         | 22               | 35 | 28 | 33 | 38 | 34                  | 36                     | 25 | 33 | 27 |
| 3                         | 36               | 28 | 33 | 45 | 39 | 35                  | 27                     | 33 | 37 | 40 |
| 4                         | 41               | 30 | 23 | 40 | 34 | 25                  | 34                     | 34 | 29 | 31 |
| 5                         | 35               | 25 | 46 | 38 | 21 | 40                  | 28                     | 26 | 44 | 33 |
| 6                         | 45               | 30 | 28 | 42 | 36 | 41                  | 37                     | 23 | 28 | 45 |
| 7                         | 30               | 45 | 37 | 37 | 31 | 24                  | 28                     | 43 | 37 | 38 |
| 8                         | 25               | 24 | 47 | 22 | 31 | 35                  | 44                     | 36 | 32 | 35 |
| 9                         | 40               | 36 | 43 | 37 | 48 | 35                  | 26                     | 36 | 30 | 25 |
| 10                        | 34               | 44 | 44 | 40 | 37 | 42                  | 38                     | 30 | 28 | 28 |
| 11                        | 37               | 38 | 28 | 33 | 38 | 23                  | 42                     | 40 | 28 | 39 |
| 12                        | 42               | 36 | 35 | 38 | 38 | 35                  | 32                     | 32 | 36 | 32 |
| 13                        | 33               | 39 | 29 | 34 | 26 | 26                  | 29                     | 33 | 40 | 48 |
| 14                        | 35               | 26 | 24 | 39 | 49 | 33                  | 45                     | 39 | 33 | 42 |
| 15                        | 42               | 34 | 28 | 37 | 29 | 39                  | 40                     | 37 | 29 | 44 |
| 16                        | 33               | 37 | 28 | 37 | 26 | 36                  | 40                     | 25 | 37 | 44 |
| 17                        | 38               | 40 | 26 | 30 | 37 | 50                  | 35                     | 40 | 33 | 40 |
| 18                        | 28               | 25 | 33 | 37 | 27 | 43                  | 35                     | 22 | 34 | 25 |
| 19                        | 34               | 25 | 41 | 29 | 26 | 24                  | 35                     | 50 | 33 | 44 |
| 20                        | 31               | 32 | 44 | 41 | 28 | 34                  | 33                     | 37 | 26 | 33 |

ANEXO 36.1. *Histograma de Frecuencias*



ANEXO 36.2. *Correlación "D" vs IRI*

**CALCULO DE "D"**

$$D = (CI + CE + CD) \times 5 \text{ mm}$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA

HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA

**CALCULO DEL "IRI"**

**D > 40 mm**

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

**D < 40 mm**

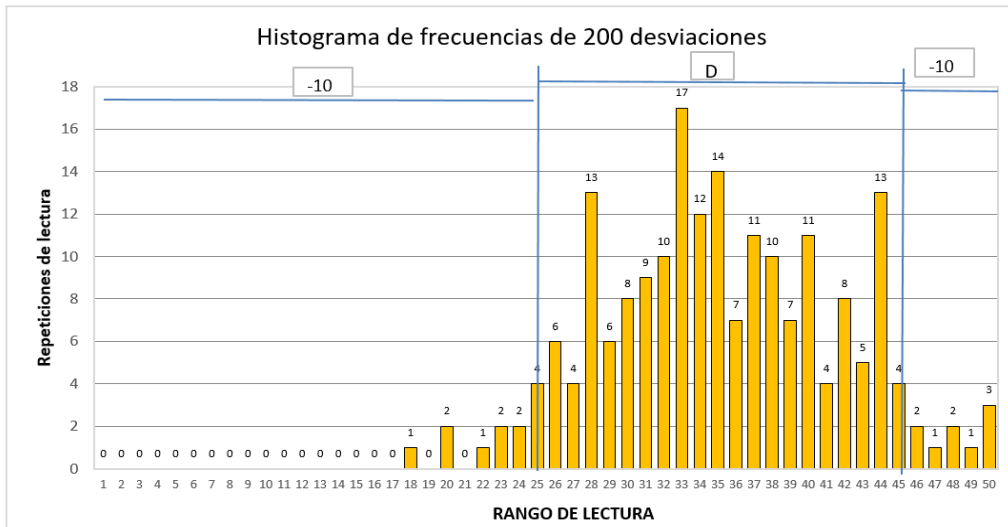
$$IRI = 0.0619D$$

|                               | COLA IZQUIERDA (CI) | CENTRO (CE)  | COLA DERECHA (CD) |
|-------------------------------|---------------------|--------------|-------------------|
| TOTALES LECTURAS EXTREMAS     | 11                  | -            | 13                |
| LECTURA CONSIDERADAS          | 1                   | -            | 3                 |
| FRACI3N RESULTANTE            | 0.09                | 20           | 0.00              |
| SUMA FRACIONES (CI + CE + CD) |                     | 20.32        |                   |
| <b>D (mm)</b>                 |                     | <b>92.36</b> |                   |
| <b>IRI</b>                    |                     | <b>4.94</b>  |                   |

ANEXO 37. Tramo KM 0+400 al KM 0+800-CARRIL DERECHO - MUESTRA DE PASADA  
3 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO              |    |                   |    |    |   |    |                    |    |                        |    |
|----------------------------|----|-------------------|----|----|---|----|--------------------|----|------------------------|----|
| <b>PROYECTO:</b>           |    | Tesis             |    |    |   |    | <b>SOLICITANTE</b> |    | O. Hernandez Hernandez |    |
| <b>CARRIL:</b>             |    | Izquierdo         |    |    |   |    | <b>FECHA</b>       |    | 18/12/2019             |    |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE:</b> |    | Losas de concreto |    |    |   |    | <b>HORA</b>        |    | 11:00 p. m.            |    |
| <b>ENSAYO N°:</b>          |    | 1                 |    |    |   |    | <b>KM</b>          |    | 0+000 a 0+400          |    |
|                            | 1  | 2                 | 3  | 4  | 5 | 6  | 7                  | 8  | 9                      | 10 |
| 1                          | 38 | 40                | 28 | 35 | 3 | 25 | 33                 | 33 | 38                     | 40 |
| 2                          | 25 | 38                | 40 | 35 | 1 | 44 | 26                 | 35 | 36                     | 29 |
| 3                          | 34 | 30                | 40 | 43 | 3 | 33 | 44                 | 43 | 50                     | 45 |
| 4                          | 31 | 32                | 34 | 27 | 3 | 28 | 43                 | 34 | 30                     | 35 |
| 5                          | 37 | 28                | 46 | 37 | 2 | 41 | 30                 | 47 | 44                     | 32 |
| 6                          | 31 | 26                | 33 | 42 | 3 | 42 | 32                 | 25 | 28                     | 44 |
| 7                          | 32 | 34                | 30 | 44 | 2 | 22 | 35                 | 42 | 39                     | 36 |
| 8                          | 28 | 33                | 43 | 38 | 3 | 35 | 44                 | 35 | 32                     | 24 |
| 9                          | 45 | 36                | 29 | 37 | 4 | 37 | 27                 | 36 | 31                     | 28 |
| 10                         | 34 | 41                | 49 | 42 | 4 | 46 | 35                 | 23 | 28                     | 28 |
| 11                         | 35 | 38                | 31 | 39 | 3 | 29 | 42                 | 50 | 44                     | 39 |
| 12                         | 42 | 33                | 28 | 40 | 4 | 35 | 37                 | 42 | 36                     | 32 |
| 13                         | 44 | 45                | 30 | 36 | 2 | 38 | 30                 | 23 | 45                     | 44 |
| 14                         | 35 | 39                | 28 | 34 | 4 | 34 | 45                 | 27 | 38                     | 42 |
| 15                         | 45 | 25                | 33 | 28 | 3 | 35 | 33                 | 25 | 29                     | 44 |
| 16                         | 33 | 37                | 28 | 37 | 2 | 38 | 40                 | 25 | 37                     | 44 |
| 17                         | 38 | 35                | 26 | 33 | 4 | 48 | 30                 | 36 | 39                     | 40 |
| 18                         | 28 | 34                | 33 | 20 | 3 | 40 | 35                 | 33 | 34                     | 34 |
| 19                         | 33 | 31                | 41 | 29 | 2 | 24 | 40                 | 50 | 33                     | 44 |
| 20                         | 31 | 32                | 28 | 32 | 3 | 34 | 33                 | 37 | 26                     | 33 |

ANEXO 37.1. Histograma de Frecuencias



ANEXO 37.2. Correlación "D" vs IRI

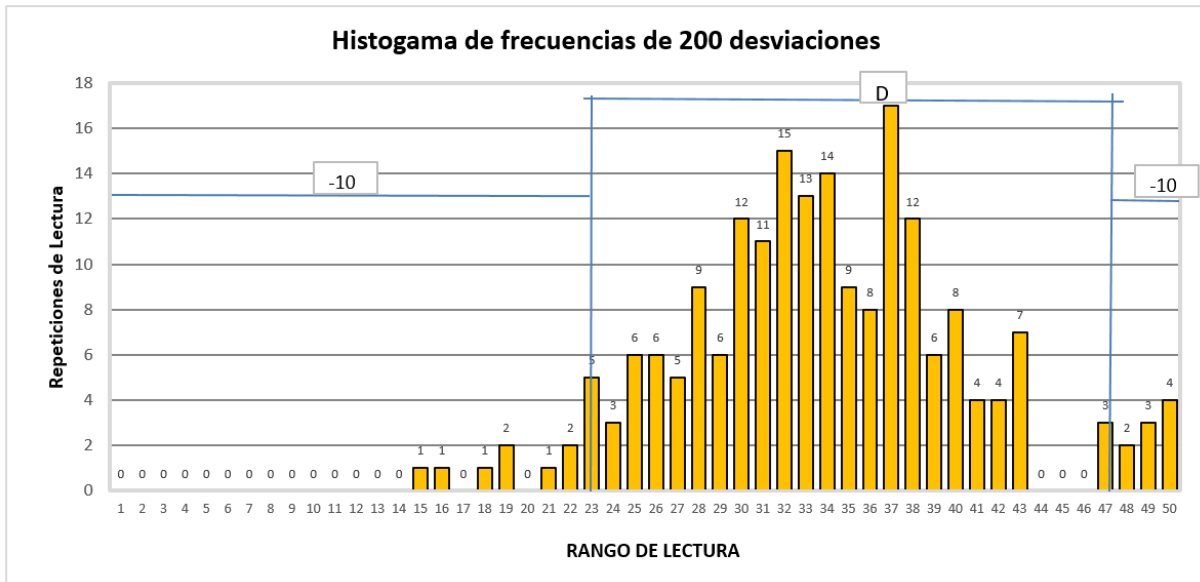
| <b>CALCULO DE "D"</b>   |                     |              |                     |
|---|---------------------|--------------|---------------------|
| <b>D = ( CI + CE + CD ) X 5 mm x FC</b>                       |                     |              |                     |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                     |              |                     |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                     |              |                     |
| <b>CALCULO DEL "IRI"</b>                                      |                     |              |                     |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                     |              | <b>D &lt; 40 mm</b> |
| IRI = 0.593 + 0.0471D   |                     |              | IRI = 0.0619D       |
|   | COLA IZQUIERDA (CI) | CENTRO (CE)  | COLA DERECHA (CD)   |
| TOTALES LECTURAS EXTREMAS                                     | 12                  | -            | 13                  |
| LECTURA CONSIDERADAS  | 2                   | -            | 3                   |
| FRACION RESULTANTE  | 0.17                | 19           | 0.23                |
| SUMA FRACIONES ( CI + CE + CD )                               |                     | 19.40        |                     |
| <b>D (mm)</b>   |                     | <b>88.16</b> |                     |
| <b>IRI</b>  |                     | <b>4.75</b>  |                     |

ANEXO 38. Tramo KM 0+800 al KM 1+200-CARRIL DERECHO -MUESTRA DE PASADA

1 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO              |                   |    |    |    |    |                     |                      |    |    |    |  |
|----------------------------|-------------------|----|----|----|----|---------------------|----------------------|----|----|----|--|
| <b>PROYECTO</b>            | : Tesis           |    |    |    |    | <b>SOLICITANTE:</b> | Orlando Hernandez He |    |    |    |  |
| <b>CARRIL</b>              | : Derecho         |    |    |    |    | <b>FECHA</b>        | : 18/12/2019         |    |    |    |  |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE:</b> | Losas de concreto |    |    |    |    | <b>HORA</b>         | : 12:00 p.m.         |    |    |    |  |
| <b>ENSAYO N°</b>           | : 3               |    |    |    |    | <b>KM</b>           | : 0+800 a 1+200      |    |    |    |  |
|                            | 1                 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6                   | 7                    | 8  | 9  | 10 |  |
| 1                          | 34                | 29 | 32 | 28 | 33 | 42                  | 37                   | 28 | 31 | 31 |  |
| 2                          | 33                | 33 | 31 | 27 | 28 | 40                  | 32                   | 33 | 36 | 26 |  |
| 3                          | 24                | 42 | 39 | 41 | 34 | 36                  | 37                   | 23 | 38 | 36 |  |
| 4                          | 39                | 39 | 23 | 26 | 25 | 19                  | 30                   | 30 | 39 | 35 |  |
| 5                          | 23                | 37 | 50 | 37 | 39 | 40                  | 48                   | 32 | 29 | 30 |  |
| 6                          | 34                | 38 | 38 | 28 | 40 | 34                  | 38                   | 42 | 47 | 47 |  |
| 7                          | 43                | 37 | 19 | 33 | 37 | 34                  | 31                   | 40 | 33 | 43 |  |
| 8                          | 49                | 37 | 23 | 30 | 43 | 25                  | 32                   | 28 | 33 | 40 |  |
| 9                          | 35                | 33 | 25 | 40 | 37 | 30                  | 31                   | 26 | 35 | 41 |  |
| 10                         | 34                | 38 | 30 | 35 | 30 | 34                  | 26                   | 30 | 25 | 24 |  |
| 11                         | 38                | 31 | 32 | 34 | 25 | 30                  | 38                   | 38 | 36 | 32 |  |
| 12                         | 31                | 37 | 34 | 35 | 48 | 24                  | 18                   | 22 | 50 | 35 |  |
| 13                         | 43                | 36 | 28 | 37 | 33 | 47                  | 27                   | 32 | 33 | 36 |  |
| 14                         | 42                | 28 | 15 | 21 | 37 | 33                  | 27                   | 32 | 37 | 49 |  |
| 15                         | 32                | 36 | 29 | 41 | 32 | 34                  | 36                   | 33 | 37 | 35 |  |
| 16                         | 50                | 35 | 41 | 31 | 33 | 35                  | 32                   | 29 | 50 | 28 |  |
| 17                         | 37                | 23 | 43 | 30 | 49 | 30                  | 40                   | 31 | 32 | 38 |  |
| 18                         | 28                | 31 | 39 | 25 | 32 | 38                  | 37                   | 26 | 34 | 37 |  |
| 19                         | 26                | 37 | 40 | 34 | 34 | 16                  | 22                   | 38 | 34 | 31 |  |
| 20                         | 29                | 32 | 38 | 29 | 43 | 37                  | 30                   | 27 | 32 | 43 |  |

ANEXO 38.1. *Histograma de Frecuencias*



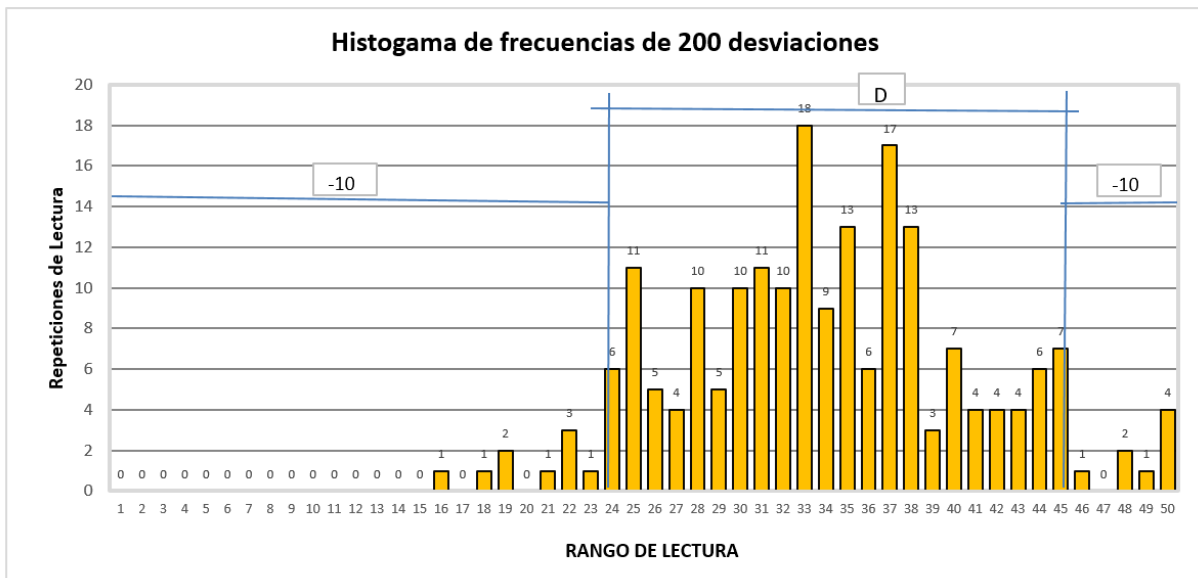
ANEXO 38.2. *Correlación "D" vs IRI*

| CALCULO DE "D"  |                           |                     |                         |
|---|---------------------------|---------------------|-------------------------|
| $D = ( CI + CE + CD ) \times 5 \text{ mm}$                          |                           |                     |                         |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA                     |                           |                     |                         |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA    CE = CENTRO    CD = COLA DERECHA |                           |                     |                         |
| CALCULO DEL "IRI"   |                           |                     |                         |
| $D > 40 \text{ mm}$   |                           | $D < 40 \text{ mm}$ |                         |
| $IRI = 0.593 + 0.0471D$   |                           | $IRI = 0.0485D$     |                         |
|   | COLA<br>IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO<br>(CE)      | COLA<br>DERECHA<br>(CD) |
| TOTALES LECTURAS<br>EXTREMAS  | 13                        | -                   | 12                      |
| LECTURAS<br>CONSIDERADAS  | 3                         | -                   | 2                       |
| FRACIONES<br>RESULTANTES  | 0.23                      | 20                  | 0.17                    |
| SUMA FRACIONES<br>( CI + CE + CD )                                  |                           | 20.40               |                         |
| <b>D (mm)</b>   |                           | <b>92.71</b>        |                         |
| <b>IRI</b>  |                           | <b>4.96</b>         |                         |

ANEXO 39. Tramo KM 0+800 al KM 1+200-CARRIL DERECHO -MUESTRA DE PASADA  
2 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO              |                   |    |                    |    |  |                 |    |    |    |    |
|----------------------------|-------------------|----|--------------------|----|--|-----------------|----|----|----|----|
| <b>PROYECTO:</b>           | Tesis             |    | <b>SOLICITANTE</b> |    | O Hernandez Hernandez<br>R. Daniel Ayala |                 |    |    |    |    |
| <b>CARRIL:</b>             | Izquierdo         |    |                    |    | <b>FECHA</b>                             | : 18/12/2019    |    |    |    |    |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE:</b> | Losas de concreto |    |                    |    | <b>HORA</b>                              | : 11:00 p. m.   |    |    |    |    |
| <b>ENSAYO N°:</b>          | 1                 |    |                    |    | <b>KM</b>                                | : 0+000 a 0+400 |    |    |    |    |
|                            | 1                 | 2  | 3                  | 4  | 5  | 6               | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 1                          | 33                | 35 | 44                 | 28 | 26                                       | 45              | 33 | 28 | 40 | 31 |
| 2                          | 33                | 45 | 38                 | 44 | 30                                       | 35              | 44 | 28 | 36 | 31 |
| 3                          | 26                | 48 | 35                 | 42 | 33                                       | 44              | 37 | 25 | 38 | 33 |
| 4                          | 39                | 24 | 25                 | 50 | 31                                       | 29              | 32 | 40 | 42 | 30 |
| 5                          | 28                | 37 | 41                 | 33 | 41                                       | 40              | 45 | 39 | 26 | 29 |
| 6                          | 34                | 40 | 35                 | 35 | 42                                       | 33              | 31 | 45 | 27 | 45 |
| 7                          | 43                | 37 | 19                 | 33 | 37                                       | 34              | 31 | 40 | 33 | 43 |
| 8                          | 30                | 38 | 25                 | 30 | 44                                       | 35              | 32 | 34 | 33 | 24 |
| 9                          | 33                | 26 | 25                 | 41 | 37                                       | 38              | 31 | 26 | 35 | 25 |
| 10                         | 34                | 38 | 30                 | 35 | 30                                       | 34              | 45 | 30 | 25 | 24 |
| 11                         | 38                | 31 | 32                 | 34 | 25                                       | 30              | 38 | 38 | 36 | 32 |
| 12                         | 28                | 33 | 36                 | 25 | 48                                       | 24              | 18 | 22 | 50 | 35 |
| 13                         | 43                | 36 | 28                 | 37 | 33                                       | 37              | 27 | 32 | 33 | 36 |
| 14                         | 42                | 28 | 22                 | 21 | 37                                       | 33              | 27 | 32 | 37 | 49 |
| 15                         | 25                | 37 | 29                 | 36 | 33                                       | 40              | 25 | 24 | 37 | 35 |
| 16                         | 50                | 35 | 41                 | 31 | 33                                       | 35              | 32 | 37 | 50 | 28 |
| 17                         | 37                | 23 | 43                 | 30 | 37                                       | 30              | 3  | 31 | 32 | 38 |
| 18                         | 28                | 31 | 39                 | 25 | 32                                       | 38              | 37 | 29 | 34 | 37 |
| 19                         | 29                | 37 | 40                 | 34 | 34                                       | 16              | 35 | 44 | 45 | 31 |
| 20                         | 38                | 32 | 38                 | 24 | 46                                       | 33              | 22 | 27 | 38 | 28 |

ANEXO 39.1. Histograma de Frecuencias



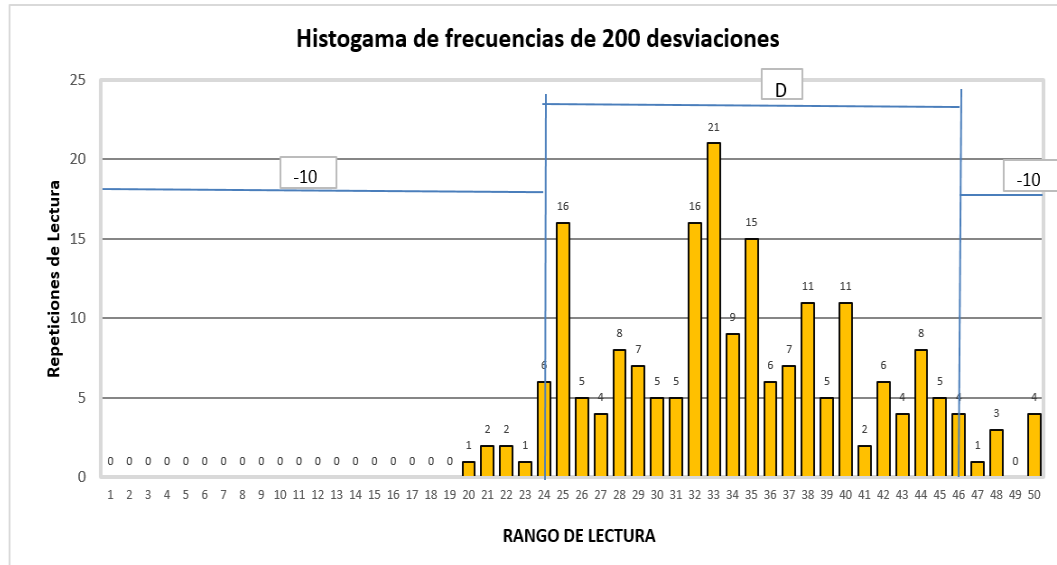
ANEXO 39.2. Correlación "D" vs IRI

| <b>CALCULO DE "D"</b>   |                        |                     |                      |
|---|------------------------|---------------------|----------------------|
| <b>D = ( CI + CE + CD ) X 5 mm</b>                            |                        |                     |                      |
| DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA               |                        |                     |                      |
| HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA |                        |                     |                      |
| <b>CALCULO DEL "IRI"</b>                                      |                        |                     |                      |
| <b>D &gt; 40 mm</b>   |                        | <b>D &lt; 40 mm</b> |                      |
| IRI = 0.593 + 0.0471D   |                        | IRI = 0.0619D       |                      |
|   | COLA IZQUIERDA<br>(CI) | CENTRO<br>(CE)      | COLA DERECHA<br>(CD) |
| TOTALES LECTURAS EXTREMAS                                     | 15                     | -                   | 15                   |
| LECTURAS CONSIDERADA  | 5                      | -                   | 5                    |
| FRACCIONES RESULTANTES  | 0.33                   | 22                  | 0.33                 |
| SUMA FRACCIONES<br>( CI + CE + CD )                           |                        | 20.67               |                      |
| <b>D (mm)</b>   |                        | <b>93.93</b>        |                      |
| <b>IRI</b>  |                        | <b>5.02</b>         |                      |

ANEXO 40. Tramo KM 0+800 al KM 1+200-CARRIL DERECHO -MUESTRA DE PASADA 3 (Datos Recolectados en formato de registro del equipo MERLIN)

| HOJA DE CAMPO              |    |                   |    |    |    |    |                    |  |    |    |
|----------------------------|----|-------------------|----|----|----|----|--------------------|--|----|----|
| <b>PROYECTO</b>            | :  | Tesis             |    |    |    |    | <b>SOLICITANTE</b> | OHernandez Hernandez<br>R. D Ayala Navarro |    |    |
| <b>CARRIL</b>              | :  | Izquierdo         |    |    |    |    | <b>FECHA</b>       | 18/12/2019                                 |    |    |
| <b>TIPO DE SUPERFICIE:</b> | :  | Losas de concreto |    |    |    |    | <b>HORA</b>        | 11:00 p. m.                                |    |    |
| <b>ENSAYO N°</b>           | :  | 1                 |    |    |    |    | <b>KM</b>          | 0+000 a 0+400                              |    |    |
|                            | 1  | 2                 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7                  | 8  | 9  | 10 |
| 1                          | 33 | 32                | 43 | 33 | 26 | 40 | 32                 | 25   | 41 | 33 |
| 2                          | 35 | 40                | 38 | 45 | 30 | 28 | 32                 | 40   | 33 | 31 |
| 3                          | 25 | 44                | 35 | 40 | 25 | 44 | 29                 | 25   | 35 | 33 |
| 4                          | 42 | 33                | 25 | 45 | 31 | 24 | 32                 | 37   | 40 | 34 |
| 5                          | 35 | 40                | 46 | 32 | 41 | 34 | 26                 | 39   | 37 | 23 |
| 6                          | 26 | 25                | 25 | 32 | 44 | 30 | 29                 | 45   | 33 | 50 |
| 7                          | 35 | 37                | 24 | 36 | 33 | 34 | 44                 | 35   | 28 | 44 |
| 8                          | 32 | 40                | 25 | 31 | 44 | 50 | 35                 | 38   | 33 | 28 |
| 9                          | 39 | 26                | 28 | 44 | 32 | 40 | 30                 | 24   | 38 | 29 |
| 10                         | 36 | 40                | 33 | 35 | 35 | 32 | 45                 | 27   | 25 | 29 |
| 11                         | 36 | 32                | 38 | 34 | 28 | 43 | 38                 | 33   | 36 | 38 |
| 12                         | 42 | 33                | 31 | 26 | 48 | 32 | 21                 | 34   | 46 | 27 |
| 13                         | 43 | 33                | 30 | 37 | 38 | 42 | 25                 | 39   | 33 | 45 |
| 14                         | 42 | 33                | 24 | 39 | 40 | 42 | 32                 | 32   | 28 | 47 |
| 15                         | 28 | 35                | 29 | 35 | 42 | 27 | 25                 | 33   | 34 | 48 |
| 16                         | 50 | 35                | 32 | 24 | 22 | 35 | 36                 | 25   | 48 | 20 |
| 17                         | 37 | 28                | 43 | 39 | 33 | 30 | 46                 | 31   | 34 | 38 |
| 18                         | 25 | 33                | 40 | 25 | 37 | 33 | 24                 | 35   | 34 | 37 |
| 19                         | 50 | 29                | 29 | 34 | 36 | 21 | 35                 | 46   | 33 | 32 |
| 20                         | 38 | 32                | 38 | 25 | 44 | 33 | 25                 | 27   | 38 | 22 |

ANEXO 40.1. *Histograma de Frecuencias*



ANEXO 40.2. *Correlación "D" vs IRI*

**CALCULO DE "D"**

$$D = ( CI + CE + CD ) \times 5 \text{ mm}$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA

HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA

**CALCULO DEL "IRI"**

**D > 40 mm**

$$IRI = 0.593 + 0.0471D$$

**D < 40 mm**

$$IRI = 0.0619D$$

|                                  | COLA IZQUIERDA (CI) | CENTRO (CE)  | COLA DERECHA (CD) |
|----------------------------------|---------------------|--------------|-------------------|
| TOTALES LECTURAS EXTREMAS        | 12                  | -            | 12                |
| LECTURAS CONSIDERADAS            | 2                   | -            | 2                 |
| FRACCIONES RESULTANTES           | 0.17                | 21           | 0.17              |
| SUMA FRACCIONES ( CI + CE + CD ) |                     | 21.33        |                   |
| <b>D (mm)</b>                    |                     | <b>96.96</b> |                   |
| <b>IRI</b>                       |                     | <b>5.16</b>  |                   |