

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**EAP INGENIERÍA CIVIL**



*Una Institución Adventista*

**Título**

**Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av.  
Circunvalación Oeste de Juliaca.**

Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil

**Autor**

Bach. Dante Gregory Conza Ccopa.

**Asesor**

Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari.

Juliaca, octubre del 2016

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**EAP INGENIERÍA CIVIL**



*Una Institución Adventista*

**Título**

**Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av.  
Circunvalación Oeste de Juliaca.**

Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil

**Autor**

Bach. Dante Gregory Conza Ccopa.

**Asesor**

Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari.

Juliaca, octubre del 2016

**Agradecimientos.**

Dedico esta tesis a mis  
padres y mi hermana, quienes me  
apoyaron en todo momento.

**Índice general**

Resumen.	1
<b>Capítulo I. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>Capítulo II. Marco teórico</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes de investigación.	7
2.1.1. Antecedente 01.	7
2.1.2. Antecedente 02.	8
2.1.3. Antecedente 03.	8
2.2. Pavimento.	9
2.3. Tipos de pavimentos.	10
2.3.1. Pavimento flexible.	10
2.3.2. Pavimentos semirrígidos.	13
2.3.3. Pavimentos rígidos.	13
2.4. Tipos de fallas en pavimentos flexibles	14
2.4.1. Fallas por insuficiencia estructural.	14
2.4.2. Fallas por defectos constructivos.	15
2.4.3. Fallas por fatiga.	15
2.5. Evaluación de pavimentos flexibles.	15
2.5.1. Evaluación funcional de pavimentos.	17
2.5.2. Evaluación estructural de pavimentos.	20
2.6. Método PCI (Pavement Condition Index)	25
2.6.1. Muestreo en el método PCI.	25
2.6.2. Técnicas, instrumentos y materiales de recolección de datos.	27

2.6.3. Condición del Pavimento.	31
2.7. Tipos de fallas en un pavimento flexible considerados por el método	
PCI.	33
2.7.1. Piel de cocodrilo.	33
2.7.2. Exudación.	34
2.7.3. Agrietamiento en bloque.	34
2.7.4. Abultamientos y hundimientos.	35
2.7.5. Corrugación.	36
2.7.6. Depresión	37
2.7.7. Grieta de borde.	38
2.7.8. Grieta de reflexión de bloque.	38
2.7.9. Desnivel carril-berma.	39
2.7.10. Grietas longitudinales y transversales.	40
2.7.11. Parcheo.	41
2.7.12. Agregado pulido.	41
2.7.13. Baches o huecos.	42
2.7.14. Cruce de vía férrea o cruce de sumideros.	43
2.7.15. Ahuellamiento.	43
2.7.16. Desplazamiento.	44
2.7.17. Fisura parabólica o por deslizamiento.	44
2.7.18. Hinchamiento.	45
2.7.19. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.	46
2.8. Mantenimiento y rehabilitación del pavimento	46
2.9. Formas de mantenimiento de vías.	49

2.9.1. Mantenimiento periódico.	49
2.9.2. Mantenimiento rutinario.	50
2.10. Terminología del estudio.	51
2.10.1. Av. Circunvalación.	51
2.10.2. Carpeta asfáltica.	51
2.10.3. Carril.	52
2.10.4. Evaluación de la carpeta asfáltica.	53
2.10.5. Fallas de carpeta asfáltica.	53
2.10.6. Intervención.	53
2.10.7. Mantenimiento.	53
2.10.8. Método PCI.	53
2.10.9. Nivel de severidad.	53
2.10.10. Valor PCI.	53
<b>Capítulo III. Materiales y métodos.</b>	<b>54</b>
3.1. Lugar de ejecución.	54
3.2. Población y muestra.	55
3.2.1. Población.	55
3.2.2. Unidades de muestro.	55
3.3. Tipo de estudio.	60
3.3.1. Tipo de investigación.	60
3.3.2. Diseño de investigación.	60
3.4. Formulación de hipótesis.	60
3.1.1. Hipótesis principal.	60
3.1.2. Derivadas.	60

3.1.3. Identificación de las variables	61
3.5. Definición y medición de variables.	62
3.6. Instrumento de recolección de datos.	66
3.7. Análisis de flujo vehicular	68
3.8. Análisis de la carpeta asfáltica.	70
<b>Capítulo IV. Resultados.</b>	<b>75</b>
4.1. Fallas de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI en la Av. Circunvalación tramo Parque Cholo - Av. Ferrocarril de Juliaca.	75
4.2. Falla recurrente aplicando el método PCI.	77
4.3. Nivel de severidad de la falla recurrente.	78
4.4. Valor PCI determinando su estado para su intervención.	79
4.5. Resultados de ensayos adicionales.	82
4.5.1. Resultados de análisis flujo vehicular.	82
4.5.1. Resultados de lavado de asfalto.	89
4.5.2. Resultados ensayo Marshall.	90
4.5.3. Resultado aplicación viga Benkelman	90
<b>Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.</b>	<b>91</b>
<b>Referencias bibliográficas.</b>	<b>98</b>
<b>Anexos.</b>	<b>102</b>

**Índice de figuras.**

Figura 1: Estructura del pavimento flexible.	11
Figura 2: Estructura del pavimento rígido.	14
Figura 3: Unidad de muestra.	28
Figura 4: Procedimiento de toma de muestra.	29
Figura 5: Piel de cocodrilo	33
Figura 6: Exudación.	34
Figura 7: Agrietamiento en bloque.	35
Figura 8: Abultamientos y hundimientos.	36
Figura 9: Corrugación.	37
Figura 10: Depresión.	37
Figura 11: Grieta de borde.	38
Figura 12: Grieta de reflexión de bloque.	39
Figura 13: Desnivel carril-berma.	39
Figura 14: Grietas longitudinales y transversales.	40
Figura 15: Parcheo.	41
Figura 16: Agregado pulido.	42
Figura 17: Baches o huecos.	42
Figura 18: Cruce de vía férrea o cruce de sumideros.	43
Figura 19: Ahuellamiento.	44
Figura 20: Desplazamiento.	44
Figura 21: Fisura parabólica o por deslizamiento (Slippage).	45
Figura 22: Hinchamiento.	45
Figura 23: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.	46
Figura 24: Técnicas de mantenimiento.	51

### **Índice de tablas.**

Tabla N° 1 Significado del valor PCI.	31
Tabla N° 2 Índice de condición del pavimento y escala de clasificación.	31
Tabla N° 3 Catálogo de fallas para el método del PCI.	32
Tabla N° 4 Resumen aforo vehicular.	54
Tabla N° 5 Matriz de consistencia.	62
Tabla N° 6 Operacionalización de variables.	63
Tabla N° 7 Hoja de registro de fallas.	67
Tabla N° 8 Fallas existentes de la carpeta asfáltica.	76
Tabla N° 9 Fallas recurrentes en unidades de muestra.	77
Tabla N° 10 Nivel de severidad de la Falla recurrente (Baches).	78
Tabla N° 11 Valor PCI por unidad de muestra.	79
Tabla N° 12 Cuadro resumen de aforo vehicular.	82
Tabla N° 13 Hora máxima de demanda por día.	83
Tabla N° 14 Cálculo de ejes equivalentes según tipo de vehículo.	88
Tabla N° 15 Resumen ensayo de Lavado de Asfalto.	89
Tabla N° 16 Resumen ensayo Marshall.	90

### **Índice de gráficos.**

Grafico 1: Fallas existentes en la Av. Circunvalación Oeste	76
Grafico 2: Recurrencia de fallas en la Av. Circunvalación Oeste	77
Grafico 3: Niveles de severidad de la falla más recurrente (Baches).	78
Grafico 4: Estado de la Av. Circunvalación Oeste.	81
Grafico 5: Tipo de intervención de la Av. Circunvalación Oeste.	81
Grafico 6: Número de vehículos en función al tipo vehículo (domingo).	83

Grafico 7: Número de vehículos en función al tipo de vehículo (lunes).	84
Grafico 8: Número de vehículos en función al tipo de vehículo (martes).	84
Grafico 9: Número de vehículos en función al tipo vehículo (miércoles).	84
Grafico 10: Número de vehículos en función al tipo de vehículo (jueves).	85
Grafico 11: Número vehículos en función al tipo de vehículo (viernes).	85
Grafico 12: Número de vehículos en función al tipo de vehículo (sábado).	85
Grafico 13: Cantidad vehículos en función al tipo de vehículo (semanal).	86
Grafico 14: Porcentaje vehículos en función al tipo vehículo (semanal).	86

### **Índice de anexos.**

Anexo A. Hojas de registro sector Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril derecho.

Unidad de muestra U-030 hasta U-058

Anexo B. Hojas de registro sector Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril derecho.

Unidad de muestra U-030 hasta U-058 Anexo B Conteo vehicular.

Anexo C. Registro de fallas encontradas

Anexo D. Curvas de valor deducido

Anexo E. Conteo vehicular.

Anexo F. Plano de ubicación.

Anexo G. Pruebas de laboratorio.

Anexo H. Solicitudes y autorizaciones.

Anexo I. Fotos: Toma de muestras para lavado asfáltico.

**Símbolos usados**

PCI : Índice de Condición del Pavimento.

Evalpav : Software para evaluación de pavimentos en carreteras y aeropuertos de superficie asfáltica, y carreteras no pavimentadas.

ASTM : American National for Testing and Materials (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales).

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar las fallas de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI en la AV. Circunvalación tramo Parque Cholo - Av. Ferrocarril de la ciudad de Juliaca para proponer alternativas de mantenimiento de la vía a la Municipalidad Provincial, además de ser fuente de información a la comunidad estudiantil universitaria. La vía objeto de estudio cuenta con un total de 1006m de longitud, en los que se evalúa: la condición operacional de la superficie para determinar la falla recurrente, su nivel de severidad y el valor PCI determinando su estado para su intervención. La información de campo se obtiene aplicando el Método PCI, procedimiento desarrollado por la ASTM como un método de análisis y aplicación (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición de pavimentos en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03). Además se incluyen resultados de conteo vehicular, lavado de asfalto, ensayo Marshall y deflectometría. El estudio adopta un enfoque no experimental, transeccional y descriptivo.

Primeramente se realiza una inspección visual del lugar de estudio, encontrándose fallas en el pavimento: grietas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo y baches. En segundo lugar se elabora el proyecto de investigación. Luego, se aplica el método PCI en el tramo indicado, obteniendo la información en hojas de registro. A continuación se procesa los datos mediante la aplicación del sistema de gestión de base de datos Evalpav (software) implementada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Finalmente, se concluye que en la Av. Circunvalación Oeste tramo Parque Cholo - Av. Ferrocarril de Juliaca la falla recurrente es el bache, con un nivel de severidad alto (H). Asimismo de las 58 unidades de muestra se tiene un promedio de valor PCI de 46 relacionado a un estado regular. Las fallas se encuentran

en zonas localizadas puntualmente, no siendo una constante en todo el tramo de estudio.

Por lo que la sugerencia de intervención es en zonas puntuales.

## **Capítulo I.**

### **I. Introducción**

El presente trabajo de investigación que evalúa las fallas de la carpeta asfáltica en la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca corresponde al área de transportes (infraestructura de caminos) de la ingeniería civil cuyas actividades son las de diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento de las vías de comunicación. El estudio se centra en una evaluación metodológica y sistemática de la parte funcional, es decir la condición operacional de la superficie de esta importante vía urbana de la ciudad que interconecta regiones como Cusco, Puno y Arequipa, así como sirve al transporte local.

La Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca es una vía urbana, ubicada en la Región Puno, Provincia de San Román. Comienza en el Parque del Triciclo y se extiende hasta la intersección con el Jr. Mariano Núñez. Es una avenida asfaltada de doble sentido, con ancho de carril de 13m cada una. La Longitud de la vía en estudio tiene como punto de inicio el Parque Cholo y como punto final la intersección con la Av. Ferrocarril, haciendo un total de 1006m de longitud de los carriles izquierdo y derecho. La vía se clasifica en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013, de acuerdo a la demanda, como Carretera de segunda clase, teniendo una calzada de dos carriles (DC) que soporta entre 2000-400 veh/día.

Previa a la elaboración del proyecto de investigación, y tener una idea de la condición de la carpeta asfáltica de la Av. Circunvalación se ha efectuado una inspección visual identificándose deficiencias como: piel de cocodrilo, baches, grietas entre otros. Estos defectos indicados respecto a la carpeta asfáltica son hipotéticos, que requieren ser corroborados aplicando una evaluación metodológica, es decir el método

PCI, y sistemática mediante la aplicación del sistema de gestión de base de datos Evalpav que nos permite un procesamiento de datos óptimo, menor tiempo, calidad y grado de confiabilidad, este software fue desarrollado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones basado en la norma ASTM D 6433-03 de carreteras pavimentadas.

La construcción de esta vía se concluyó el año 2000 y se puso en servicio ese mismo año, desde ese momento no se cuenta con el historial de actividades de mantenimiento, según la Municipalidad Provincial de Juliaca. “La vía existente no se ha realizado ningún tipo de mantenimiento hasta la fecha” (Municipalidad Provincial de San Román, 2015, p. 23). Este es el principal problema ya que este tipo de pavimentos requiere un programa de mantenimiento permanente. Rico y Del Castillo (2011) señala que las deficiencias “podrían ser superados si se tuviera muy en cuenta el mantenimiento que requieren las vías”

Un buen estado de la vía es importante para los transportistas y los peatones, pero cuando se presentan deterioros afectan directamente a los usuarios en cuanto a la seguridad, comodidad, velocidad y economía (tiempo y mantenimiento vehicular) con que debe circular el tránsito vehicular.

Para proceder a la conservación de las condiciones de servicio de la avenida es necesario realizar un estudio de identificación o evaluación de las condiciones del pavimento principalmente. La finalidad fundamental de todo proceso de mantenimiento o refuerzo de los pavimentos en servicio, es corregir los defectos mencionados para alcanzar un grado de transitabilidad adecuado durante un período de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión necesaria. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2007), en términos generales, “el mantenimiento vial se realiza con carácter reactivo, es decir, se interviene la vía para reparar los elementos que

han sufrido algún deterioro y que, por lo mismo, están afectando la circulación vial normal”. En este orden conceptual, mantener significa reparar lo dañado y los programas de mantenimiento vial están orientados a la ejecución de obras puntuales de rehabilitación y a las actividades para recuperar la funcionalidad de ciertos elementos.

Las vías de comunicación en general y la Av. Circunvalación Oeste en particular presentan defectos funcionales y/o estructurales debido a diversos factores: “un mal diseño del paquete estructural, de la mala calidad de los materiales, de errores constructivos, de un deficiente sistema de drenaje en caso de precipitaciones, del efecto de solicitaciones externas como carga vehicular y agentes climáticos, entre otros” (MPSR, 2015, p. 3). La detección de las deficiencias generalmente es empírica y en otros casos son sistemáticos (aplicación de métodos, o conjunto de procedimientos, instrumentos y técnicas de evaluación de pavimentos asfálticos). En las vías nacionales, regionales o locales para su intervención se procede a partir de proyectos de inversión asignando un presupuesto en los distintos niveles de gobierno.

El propósito del presente estudio es hacer una evaluación de la condición operacional de la superficie de la carpeta asfáltica (funcional) que permita identificar los tipos de fallas existentes en el pavimento flexible, su nivel de severidad y obtener el valor PCI que indique un tipo de intervención. Para el efecto se hará uso del método PCI (Índice de Condición del Pavimento), no siendo objeto de análisis las causas que lo originan ni hacer comparaciones con otros métodos de evaluación así como no es el objetivo la evaluación estructural. Sin embargo, se efectuaron otros ensayos con el fin de reforzar los resultados obtenidos (análisis de flujo vehicular, análisis de carpeta asfáltica). Una vez detectada las fallas, establecido el nivel de severidad y obtenido el valor PCI se pondrá a disposición de la comunidad estudiantil de nivel universitario y la Municipalidad Provincial de San Román para que pueda servir como fuente de

información, esto debido a que en todo el tiempo de servicio de la vía no se hizo actividades de mantenimiento. Por otra parte, la sub gerencia de estudios y proyectos mediante la Municipalidad Provincial de San Román (2015) señala que la identificación de las características de la vía para una intervención se hace mediante una “inspección visual” (p. 1) esto sin toma de datos ni mediciones, solo galería fotográfica, siendo este procedimiento de tipo empírico para una evaluación funcional, el cual se puede complementar con el método aplicado.

La formulación del problema que orientan el trabajo son:

**General:**

- ¿Cuáles son las fallas de la carpeta asfáltica determinado por el método PCI en la Av. Circunvalación tramo Parque Cholo - Av. Ferrocarril de la ciudad de Juliaca?

**Específicos**

- ¿Cuál es la falla recurrente de la carpeta asfáltica obtenida mediante el método PCI?
- ¿Qué nivel de severidad presenta la falla recurrente?
- ¿Cuál es el valor del PCI que indique el tipo de intervención?

Por lo que los objetivos propuestos son:

**Objetivo general.**

- Determinar las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la AV. Circunvalación tramo Parque Cholo - Av. Ferrocarril de Juliaca.

**Específicos.**

- Determinar la falla recurrente aplicando el método PCI.
- Establecer el nivel de severidad de la falla recurrente.
- Hallar el valor PCI determinando su estado para su intervención con labores de mantenimiento correctivo.

## Capítulo II

### II. Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes de investigación

##### 2.1.1. Antecedente 01.

Según, Rodríguez, E. D (2009). En su estudio: “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla” considera los siguientes objetivos: determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero, identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. Usando los procesos siguientes: primero, muestreo de unidades para conocer la realidad de la vía en el que se tomaron tramos distintos para dar la inspección visual respectiva. Segundo, el cálculo del PCI y los criterios de inspección. Resultado: para la primera muestra, existen fallas tales como: exudación, corrugación, depresión, fisura de borde, ahuellamiento, desplazamiento, hinchamiento y peladura. Siendo el de mayor presencia la falla por corrugación.

Para el caso de la segunda muestra tomada, se identificaron las siguientes fallas: exudación, corrugación, depresión, fisuras longitudinales y transversales, ahuellamiento, desplazamiento, y peladura. Para este caso la de mayor influencia es también es la corrugación.

En el caso de la tercera muestra las condiciones son las mismas que las dos anteriores, notándose también que la falla más recurrente es la de corrugación.

En cambio, para la cuarta muestra, además de la falla por corrugación existe la de peladura.

Así se tiene un total de 32 muestras. En las que resalta como fallas los baches, esto considerado por tramos. Las fallas de menor incidencia son los parches de baja severidad.

Esta aplicación está dada dentro de la ciudad, por lo que la vía es de condición urbana.

### **2.1.2. Antecedente 02.**

Castro, D. J. (2003). De acuerdo a su investigación “Propuesta de gestión de pavimentos para la ciudad de Piura”. Consideró el siguiente objetivo, brindar una alternativa al problema del mantenimiento de la infraestructura vial, mediante un sistema de gestión de pavimentos, dentro de la organización municipal.

Este estudio desarrolla una descripción teórica de los métodos que existen en la gestión de pavimentos cuya propuesta es para la ciudad de Piura. El resultado establece los criterios generales para una adecuada gestión de pavimentos consistentes en programas periódicos de mantenimiento considerando recursos materiales y humanos.

### **2.1.3. Antecedente 03.**

Según, Camposano, J. E. & Garcia, K. V. (2012) en su trabajo “Diagnóstico del estado situacional de la vía: Av. Argentina – Av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos-2012” plantea como objetivo general identificar en qué estado situacional se encuentra la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio por el método PCI (índice de condición de pavimentos) haciendo un diagnóstico definitivo. Y como objetivos específicos: Verificar la calidad de desempeño de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina-Av. 24 de Junio. Determinar el deterioro físico (fallas de los pavimentos: grietas, deformación, envejecimiento, etc.), de

la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio. Identificar las alternativas de solución del estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio. Determinar el nivel de servicio del estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio. Determinar si el mantenimiento intensivo mejorará la condición del pavimento de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio.

El método utilizado es observacional con un diseño transversal correlacional. (Hernández, Fernández y Baptista, 1998, p.185)

En la inspección visual y diagnóstico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (Índice de condición del Pavimento), se concluyó que: “el estado actual del pavimento en la Entrada a la Ciudad de Chupaca, Av. Argentina, Av.24 de Junio, se encuentra en un estado REGULAR debido a un valor de PCI de 51, según los rangos de clasificación anteriormente enunciados y confirmados al realizar un recorrido por la vía. Debido al resultado de PCI de la vía y con su Diagnóstico Regular, podemos indicar que el pavimento se encuentra en condiciones de circulación normal, pero que perjudican el tránsito de los vehículos, y no brinda un adecuado confort a los mismos y a los conductores y pasajeros.” El Método PCI ha sido el instrumento por el cual se ha determinado la condición del pavimento de la vía indicada.

## **2.2. Pavimento**

Desde el punto de vista de la ingeniería, el pavimento es un paquete estructural conformado por un sistema de capas de espesores diferentes apoyado en toda su superficie sobre un terreno de fundación conocido como subrasante, a la que transmite las cargas de tránsito de forma disipada. Su diseño obedece a soportar cargas externas

durante un periodo de tiempo previamente establecido. Si las cargas que se ejercen sobre la estructura tienen que disiparse a medida que aumente la profundidad, entonces las capas superiores deben diseñarse con materiales de mayor capacidad portante. Todo con el fin de proteger el suelo natural.

Rico y Del Castillo (2011) dice que “un pavimento es la superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto”. Este concepto es aplicado al punto de vista del usuario que al hacer uso de las vías de tránsito encuentre un servicio que haya sido concebido, diseñado y construido pensando en mejorar y mantener condiciones óptimas para el tránsito de personas, de bienes y servicios en la medida que alcance su vida útil.

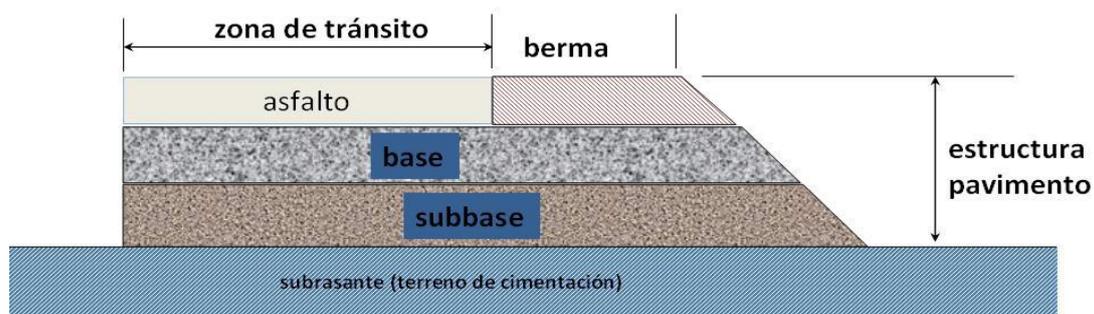
El pavimento es definido “como la estructura integral de capas superpuestas, generalmente horizontales denominadas subrasante, subbase, base y carpeta, colocadas hasta coronar la rasante y destinada a permitir el tránsito vehicular. Se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados”. (Corea y asociados, 2008).

## **2.3. Tipos de pavimentos**

### **2.3.1. Pavimento flexible.**

Es aquel que tiene una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento asfáltico. Con una estructura que mantiene un contacto íntimo con las cargas distribuyéndolas a la subrasante; su estabilidad depende del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión. Este tipo de pavimento se caracteriza porque consiste de una serie de capas con el mejor material cercano a la

superficie. Como consecuencia, la carga aplicada se reduce con la profundidad. La forma como ésta varíe dependerá de las propiedades de los diferentes materiales empleados en la construcción del pavimento. La sub-rasante es, por ende la capa que debe soportar las cargas impuestas, al igual que las capas que sobre ella serán construidas. Entonces el asfalto no absorbe la totalidad de las cargas vehiculares, actúa más como un transmisor. Por ello, los pavimentos flexibles requieren, por lo general, de un mayor número de capas intermedias entre la carpeta de rodadura y la subrasante. La estructura del pavimento flexible está conformada por: carpeta asfáltica, base, subbase y subrasante. (fig. 1)



*Figura 1: Estructura del pavimento flexible. Fuente: Becerra, M. (2012)*

En la parte superior del pavimento flexible esta la carpeta asfáltica que entra en contacto directo con agentes externos brindando una superficie de rodamiento para todo tipo de vehículos. En seguida se encuentran la base y subbase encargadas de distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. Estas cargas llegan a la subrasante la cual actúa como soporte a las capas que están sobre él.

A partir de que un pavimento finaliza su construcción empieza el deterioro continuo de este. Entonces las fases de vida examinados a partir del comportamiento del pavimento flexible son según Rodríguez, M. E. & Rodríguez, M. J. (2004):

**a. Fase de consolidación.** Fase inicial en la vida de un pavimento flexible, aquí sus diversas capas sufren cierta consolidación, generalmente debido a las cargas transmitidas por las ruedas de los vehículos. Es una fase relativamente corta que tiende a estabilizarse rápidamente. Depende de la compactación que reciben las diversas capas durante la construcción y no debiera ocurrir si ésta ha sido suficiente.

**b. Fase elástica.** Se da inmediatamente después de la fase anterior y corresponde a la vida útil del pavimento. Si ocurre la fase de consolidación, cada carga provoca una deformación de tipo permanente, que luego tiende a transformarse en deformación transitoria de recuperación instantánea de tipo elástico, es momentáneo, puede ser por segundos esa deformación, que luego de que la rueda pasa, ese punto deformado transitoriamente (momentáneamente) vuelve a su estado normal provocando cada rueda un movimiento vertical hacia abajo (deflexión), que se recupera después de pasar el vehículo (rebote).

Durante la fase elástica no se presentan fallas generalizadas en el pavimento, salvo deformaciones o fallas locales por defectos de materiales, exceso de humedad, etc. En esta fase, las deformaciones elásticas causadas por las cargas, producen esfuerzos de tensión en las capas asfálticas y de compresión en las capas granulares.

La vida de un pavimento depende de esta fase, de su duración, lo cual está íntimamente ligado a las deflexiones que pueda sufrir el pavimento. Los estudios de los pavimentos en servicio han demostrado que aquellos que presentan deflexiones reducidas, tienen generalmente una vida larga, aconteciendo lo inverso cuando estas son elevadas.

c. **Fase de fatiga.** Es la fase final en la vida de la estructura. Las deflexiones causadas por el constante paso de las ruedas de los vehículos provocan tensiones de tracción en los revestimientos asfálticos, que vienen acumulándose desde la fase elástica hasta que la capa se rompe por fatiga después de cierto número de pasadas, momento a partir del cual comienza un colapso gradual en toda la vía requiriéndose prácticamente una reconstrucción de la misma. La rotura por fatiga se inicia con la aparición de grietas longitudinales las cuales con el paso repetido del tránsito y la penetración de las aguas superficiales al interior del pavimento provocan el colapso de la estructura llegando al pavimento al final de su vida útil.

### **2.3.2. Pavimentos semirrígidos.**

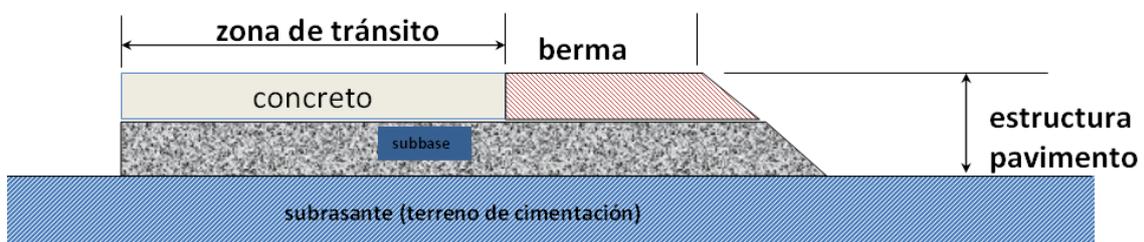
En cuanto a estos, Montejo (2008) precisa que ante la ausencia de materiales idóneos o su alto costo de explotación y transporte en la región donde se ha proyectado construir un pavimento flexible, resulta difícil la construcción de bases y subbases granulares y en consecuencia nace la necesidad de utilizar los materiales disponibles en la zona del proyecto, mejorando sus deficiencias de calidad mediante el uso de aditivos. Estos pueden ser: Cemento, cal, asfalto y productos químicos. El Ministerio de Fomento de España (CEDEX, 2003) denomina como pavimento semirrígido aquellos firmes que incluyen materiales tratados con cemento como base o sub-base de firmes, con una superficie de rodadura bituminosa.

### **2.3.3. Pavimentos rígidos.**

Son aquellos que tienen una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento hidráulico. Recibe el nombre de pavimento rígido debido a las propiedades de la carpeta de concreto, que absorbe en mayor grado las cargas vehiculares. Es en

comparación con el pavimento flexible de costo más elevado y requiere de mantenimiento mínimo.

Debido a la naturaleza rígida de la carpeta de rodadura, las cargas vehiculares se distribuyen en una forma más eficiente. Por ello, por lo general, requieren en su estructura de un menor número de capas granulares entre la carpeta de rodadura y la subrasante. (fig.2)



*Figura 2: Estructura del pavimento rígido. Fuente: Becerra, M. (2012)*

A diferencia de los pavimentos flexibles, los pavimentos rígidos no requieren de una base granular que aporte a la resistencia de las cargas, sólo se requiere de una subbase que aporte homogeneidad, ya que es la losa de concreto la que resiste las cargas del tránsito. Por lo tanto el diseño se basa en establecer los esfuerzos internos que en la losa se producen por efecto de las cargas y las condiciones climáticas.

## **2.4. Tipos de fallas en pavimentos flexibles**

### **2.4.1. Fallas por insuficiencia estructural.**

Según, Rico y Del Castillo (2011) las “fallas por insuficiencia estructural se producen cuando las combinaciones de la resistencia al esfuerzo cortante de cada capa y los respectivos espesores no son los adecuados para que se establezca un mecanismo de resistencia apropiado”. Estos pueden tener materiales de buena calidad pero las capas que los componen son diseñadas con espesores insuficientes.

#### **2.4.2. Fallas por defectos constructivos.**

Se trata de pavimentos quizá bien proporcionados y formados por materiales suficientemente resistentes, en cuya construcción se han producido errores o defectos que comprometen el comportamiento conjunto. (Rico y Del Castillo, 2011)

#### **2.4.3. Fallas por fatiga.**

“Este tipo de falla es considerado como fallas que resultan claramente influidas por el tiempo de servicio; son fallas típicas de un pavimento que durante mucho tiempo trabajó sin problemas”. (Rico y Del Castillo, 2011).

El periodo de diseño a ser empleado para el diseño para pavimentos está sujeto al ingeniero quien puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la entidad.

### **2.5. Evaluación de pavimentos**

La evaluación es un juicio cuya finalidad es establecer, tomando en consideración un conjunto de criterios o normas, el valor, la importancia o el significado de algo. Para el caso de la evaluación de pavimentos, significa establecer un valor de su condición de estado. “Es una de las actividades más importantes del ingeniero de pavimentos. Se requiere conocer la condición de los pavimentos para: Validar los criterios de diseño, Establecer los programas de mantenimiento. La evaluación permite: Determinar la suficiencia estructural del pavimento. Establecer las razones por las cuales se encuentra en el estado que presenta en el instante de la evaluación. Una correcta evaluación de pavimentos incluye estudios sobre: Condición funcional y Capacidad estructural” (Sánchez, p.7)

En el proceso de evaluación de pavimentos flexibles se pueden distinguir dos mecanismos principales de degradación, fatiga y exceso de deformación permanente. La fatiga ocurre en las capas ligadas, y para el caso de estructuras flexibles, se presenta cuando se generan valores altos de deformación a tracción en la zona inferior de la capa asfáltica. Este tipo de deformación es asociado a la respuesta resiliente que presenta la estructura cuando se mueven las cargas vehiculares. La deformación permanente es la deformación vertical residual que se va acumulando debido al paso de los vehículos la cual puede generar fallas estructurales o funcionales en el pavimento. (Rondón, Reyes 2007, p.43)

Para Becerra (2012), “los pavimentos deben ser diseñados, construidos y mantenidos con la finalidad de lograr un comportamiento funcional y estructural óptimo durante su ciclo de vida”. La definición de ambas situaciones se presenta de la siguiente forma:

**Comportamiento Funcional:** son los aspectos que afectan la calidad de la carpeta de rodadura y por ello están relacionados con la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía.

**Comportamiento Estructural:** aspectos relacionados a la integridad como estructura del pavimento. Es la capacidad del pavimento para soportar la acción combinada del tránsito y el medioambiente.

Una adecuada construcción del pavimento es un parámetro que impacta enormemente en la durabilidad del mismo. Es decir, el pavimento comienza bien y a medida que las cargas de tránsito circulan a través de la carpeta se va deteriorando. El clima es un factor que también interviene en el deterioro de los pavimentos, y que recientemente ha sido incorporado en las metodologías de diseño. (p.7)

Por lo mencionado se tiene los conceptos siguientes:

### **2.5.1. Evaluación funcional de pavimentos.**

Las características superficiales o funcionales de los pavimentos afectan directamente a los usuarios de la vía, ya que durante el rodaje condicionan su: seguridad, comodidad y economía.

La evaluación superficial, considera las fallas presentes en el pavimento para poder valorarlas, tanto en magnitud como en severidad, para así tener un indicativo referencial de su condición. Para ello se dispone de la evaluación de la condición operacional de la superficie del pavimento mediante la determinación del Índice de condición del Pavimento (PCI) descrito en el ítem 2.6 de este capítulo.

El origen de los daños superficiales es según el MTC (2014) por “un defecto de construcción, por un defecto en la calidad de un producto o por una condición local particular que el tráfico acentúa. Además, pueden resultar de la evolución de deterioros o fallas estructurales. Se distinguen: desprendimientos, baches, fisuras transversales”

#### **a. Flujo Vehicular**

Mediante el análisis de los elementos del flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para la planificación, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. Con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas, el análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de funcionalidad.

#### **b. Ensayo lavado de asfalto en muestras para pavimentos.**

La estructura de la capa de rodadura en un pavimento flexible está formada por asfalto más la adición de agregados, respondiendo esto a un diseño de mezcla asfáltica

previamente elaborado, que satisfaga ciertos parámetros como granulometría de agregados y porcentaje de asfalto. El ensayo desarrollado en el laboratorio de pavimentos determina la cantidad de asfalto presente en el pavimento, así como la granulometría de los agregados utilizados; siendo de gran importancia este ensayo cuando se quiera verificar la calidad de una carpeta asfáltica, pudiéndose presentar en la supervisión de una obra vial.

La aplicación de este ensayo permite determinar la cantidad de bitumen. Estas mezclas bituminosas están compuestas por una combinación de áridos y ligantes hidrocarbonados que mezclados a altas temperaturas forman una película continua que envuelve a los áridos. Los áridos son un material elastoplástico y el betún visco elástico, por lo tanto se considera que las mezclas bituminosas son un material, viscoelastoplástico. Estas mezclas se fabrican en centrales fijas o móviles y posteriormente se transportan a obra para su extendido y compactación. Debido a las características del betún, las mezclas bituminosas tienen un comportamiento que depende de la temperatura y la velocidad de aplicación de las cargas. Sólo en determinadas condiciones se puede considerar que tienen un comportamiento elástico y lineal. Estas condiciones son cuando las temperaturas son bajas y la velocidad de aplicación de las cargas es elevada. Los resultados de los ensayos de extracción por centrifugado en la máquina de lavado asfáltico indicaran el contenido de bitumen de la mezcla asfáltica. Los resultados de los ensayos granulométricos de los agregados remanentes caracterizaran una mezcla con una fracción de grava, partículas angulares y tamaño máximo.

### **c. Ensayo Marshall.**

Según el MTC (2000) el Método Marshall es definido como: Modo Operativo que está basado en las Normas ASTM D 1559, AASHTO T245 y NLT 159/86, las

mismas que se han adaptado al nivel de implementación y las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación. Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de la resistencia a la deformación plástica de mezclas bituminosas para pavimentación. El procedimiento puede emplearse tanto para el proyecto de mezclas en el laboratorio como para el control en obra de las mismas.

**Análisis de Vacíos.** Los vacíos son las pequeñas bolsas de aire que se encuentran entre las partículas de agregado revestidas de asfalto. El porcentaje de vacíos se calcula a partir del peso específico total de cada probeta compactada y del peso específico teórico de la mezcla de pavimentación (sin vacíos). Este último puede ser calculado a partir de los pesos específicos del asfalto y el agregado de la mezcla, con un margen apropiado para tener en cuenta la cantidad de asfalto absorbido por el agregado; o directamente mediante un ensayo normalizado (AASHTO T 209) efectuados sobre la muestra de mezcla sin compactar. El peso específico total de las probetas compactadas se determina pesando las probetas en aire y agua.

**Análisis de VMA.** Los vacíos en el agregado mineral, VMA, están definidos por el espacio intergranular de vacíos que se encuentran entre las partículas de agregado de la mezcla de pavimentación compactada, incluyendo los vacíos de aire y el contenido efectivo del asfalto, y se expresan como un porcentaje del volumen total de la mezcla. El VMA es calculado con base en el peso específico total del agregado y se expresa como un porcentaje del volumen total de la mezcla compactada. Por lo tanto, el VMA

puede ser calculado al restar el volumen de agregado (determinado mediante el peso específico total del agregado) del volumen total de la mezcla compactada.

### **2.5.2. Evaluación estructural de pavimentos.**

Entre las diferentes definiciones de este tema, se la define de esta forma, “La evaluación del pavimento existente tiene como objetivo el análisis y estimación del valor estructural remanente, adicionalmente esta evaluación debe proporcionar la información necesaria para la investigación de las causas que originaron la falla del pavimento a rehabilitar”. (Corros, Urbaez, Corredor, 2009, p.6-0). Para de esta manera y de acuerdo a las fallas encontradas definir las acciones de mantenimiento y/o rehabilitación.

La evaluación estructural de un pavimento existente abarca necesariamente los siguientes trabajos:

- Evaluación superficial de la condición del pavimento.
- Evaluación del sistema de drenaje. Esto con el fin de ver si las aguas superficiales son evacuadas de manera eficiente, mostrando de esa forma el funcionamiento efectivo de la estructura de pavimento.
- Determinación de espesores y tipos de materiales constituyentes de la estructura de pavimento. Que ayudaran a valorar la estructura frente a una intervención de rehabilitación. Esto tiene que ver con el estudio de suelos además de las capas que conforman el pavimento flexible para un análisis estructural del pavimento.
- Medición de deflexiones superficiales del pavimento. Con la finalidad de correlacionar distintos parámetros de la condición de un pavimento para hacer posible la evaluación estructural.

De acuerdo a su origen las fallas pueden clasificarse en fallas superficiales o fallas estructurales. Las fallas estructurales se originan por los defectos que presentan una o más capas que forman parte de la estructura del pavimento, que se encargan de transmitir las cargas impuestas por el tráfico a la capa inferior (Subrasante). Estos son generados cuando la capacidad de deformación- recuperación de los materiales que componen la estructura del pavimento exceden el límite para su recuperación elástica. Esto genera deformaciones permanentes. Las fallas estructurales vienen dadas por las deformaciones debido a las cargas aplicadas al pavimento, según lo señala el MTC (2014) las cargas circulantes resultan generalmente en: deformaciones verticales elásticas del material de las capas granulares y del suelo de la subrasante. Deformaciones horizontales elásticas de tensión por flexión en la parte inferior de las capas elásticas. Si la deformación vertical de las gravas y/o suelos excede el límite admisible, se observan deformaciones permanentes del pavimento (hundimiento o ahuellamiento de gran radio). Si la deformación horizontal de tensión por flexión en la parte inferior de las capas asfálticas excede el límite admisible, dichas capas se fisuran en su parte inferior y las fisuras luego se propagan hasta la superficie, estas fallas son: piel de cocodrilo, grietas longitudinales, deformaciones, ahuellamiento y parchados.

Las fallas superficiales por su parte se presenta en la superficie de la carpeta asfáltica y las acciones de corrección se dirigen a la conservación de la misma, brindando comodidad en cuanto a la fricción y rugosidad que se logra con la colocación de capas asfálticas. Estas fallas son: peladura, desprendimiento de agregados, baches o huecos y fisuras transversales. (MTC, 2014, pg. 87)

### **a. Deflectometria.**

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000) la prueba deflectométrica está basado en la Norma ASTM D 4695, la misma que se ha adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad.

Detalla el procedimiento para determinar simultáneamente con una viga Benkelman la deflexión recuperable y el radio de curvatura de un pavimento flexible, producidos por una carga estática. A tal fin se utiliza un camión donde la carga, tamaño de llantas, espaciamiento entre ruedas duales y presión de inflado están normalizadas.

Este procedimiento es netamente para hacer una evaluación estructural del pavimento existente, estableciendo el juicio de la capacidad estructural de la vía. Estos son ensayos no destructivos que permite efectuar evaluaciones de forma rápida y reduce considerablemente la cantidad de ensayos destructivos este ensayo se efectúa para determinar las correcciones en el pavimento en servicio, esta determinación se basa en el valor de la deflexión máxima y el tipo de radio de curvatura que adopta el pavimento ante la carga aplicada. La deflexión es la medida de la respuesta del conjunto pavimento-.subrasante frente a la carga aplicada, indicando si es adecuado desde el punto de vista estructural.

La aplicación de la viga Benkelman según Sánchez, F (2010) para una evaluación estructural son:

- Para determinar el estado resistente del pavimento, quiere decir la capacidad estructural de un sector de pavimento mediante la medida continua de sus deflexiones.
- Calcular su vida residual.

Para esto se aplica una carga estática

- Determinación de secciones estructuralmente uniformes
- Identificación de secciones débiles
- Comprobación de transferencia de carga en las juntas y existencia de vacíos bajo el pavimento.
- Determinación de periodos críticos de deterioro
- Aplicación en la gestión de pavimentos, estableciendo un banco de datos con deflexiones.
- Control de calidad (cuando se inicia con la construcción del pavimento)
- Determinación de las propiedades de rigidez de los materiales del pavimento y la subrasante
- Calculo de la vida residual. Que es un indicador de la capacidad para soportar las cargas de transito futuro.
- Diseño de refuerzos. Las deflexiones son datos de entrada para el diseño de las obras de refuerzo de los pavimentos.

#### **b. Rugosidad.**

Se define como la desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de manejo, cargas dinámicas y el drenaje, por ejemplo, el perfil longitudinal, perfil transversal. Así queda indicado en la norma de ensayo ASTM E 867-06

En la norma NLT-330/98 se establece la naturaleza y medición del IRI. “El IRI resume matemáticamente el perfil longitudinal de la superficie de camino en una huella, representando las vibraciones inducidas por la rugosidad del camino en un auto de pasajeros típico, está definido por el valor de referencia de la pendiente promedio rectificadas producto de la simulación del modelo de cuarto de carro, para una velocidad de desplazamiento de 80 km/h”.

“El Índice Internacional de Rugosidad (IRI) fue aceptado como estándar de medida de la regularidad superficial de un camino por el Banco Mundial en 1986. Su obtención es posible correlacionarla con cualquier equipo de medición de la rugosidad de un pavimento. El cálculo matemático del Índice Internacional de Rugosidad relaciona la acumulación del desplazamiento (en valor absoluto), de la masa superior con respecto a la inferior de un vehículo modelo, dividido entre la distancia recorrida sobre un camino transitado por el vehículo a una velocidad de 80 km/hr. EL IRI se expresa en unidades de mm/m, m/km, in/milla, etc. Para un camino pavimentado el rango de la escala del IRI es de a 0 a 12 m/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino prácticamente intransitable” (Arriaga, Garnica y Rico, 1998)

### **c. Textura.**

La textura de los pavimentos flexibles, según (Gaete et al, 1988) (Figura 1). Citado por Roco, Fuentes y Valverde, son las características de resistencia al deslizamiento de un pavimento, se puede definir considerando que la adherencia superficial está determinada por dos tipos de condiciones: microtextura y Macrotextura.

La Microtextura corresponde a la textura superficial propia de la superficie de los agregados pétreos, las cuales pueden presentar características de tipo áspero o pulida. La Macrotextura en cambio, se refiere a la textura superficial del pavimento, proveniente del efecto conjunto de las partículas de los agregados pétreos que sobresalen de la superficie. En este caso, las propiedades de la Macrotextura están dadas por el tipo de mezcla que exista en la superficie. En el caso de mezclas drenantes o tratamientos superficiales, la macrotextura será del tipo grueso, mientras que en el caso de mezclas densas convencionales, la macrotextura será más bien fina. Por lo tanto, la resistencia al deslizamiento que presente un pavimento, será en general el resultado de

la combinación microtextura - macrotextura que presente la superficie” (Roco, Fuentes y Valverde)

## **2.6. Método de evaluación superficial de pavimentos asfálticos (Pavement Condition Index - PCI)**

Método desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la armada de Estados Unidos en 1978 mediante el Reporte N° M-268. En 1990, Shahin y Walther mencionaron que es un método estándar para evaluación de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, Permite determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimentos.

Para la American Society for Testing and Materials. (2004), “el PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento, y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general”. Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y el área afectada que forman una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento. El procedimiento ofrece buena confiabilidad estadística de los resultados. Un monitoreo continuo del PCI es utilizado para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifican con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación mayores. El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento.

### **2.6.1. Muestreo y unidades de muestra en el método PCI.**

### **a. Determinación de las unidades 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 confiabilidad del 95%. (Vásquez, 2002, p.4)

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

Dónde:

- n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)
- s: Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y 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.
- N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

### **b. Selección de las unidades de muestreo para inspección.**

Con los números de unidades de muestra a ser inspeccionadas definidos, calcular el intervalo de espaciamiento de las unidades utilizando el muestreo sistemático al azar.

Las muestras deben ser igualmente espaciadas a través de toda la sección seleccionando la primera muestra al azar. El intervalo del espaciamiento “i” de las unidades a ser muestreadas debe ser calculado mediante la siguiente fórmula (Ecuación 2) redondeando el resultado al próximo número entero menor:

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

Dónde:

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

n: número de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

La primera unidad de muestra a ser inspeccionada es seleccionada al azar entre las unidades de muestra 1 hasta “i”. Las unidades de muestra en la sección que son incrementos sucesivos del intervalo “i” después de la primera unidad seleccionada al azar también son inspeccionadas.

Las unidades de muestra adicionales deben ser inspeccionadas sólo cuando se observan fallas no representativas. Estas unidades de muestra son escogidas por el usuario.

## **2.6.2. Técnicas, instrumentos y materiales de recolección de datos.**

### **a. Técnicas de recolección de datos.**

Se realiza una inspección visual inicial con un vehículo para observar de forma global el estado de las vías. Luego se procede a dividir cada avenida en tramos para ser evaluadas, llamadas unidades de muestra. Tienen ancho y longitud definidos (figura 22).

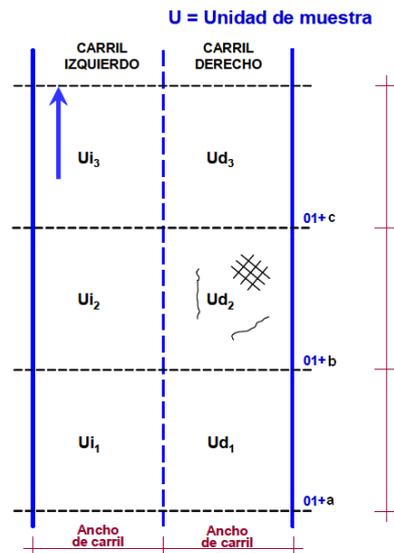


Figura 3: Unidad de muestra. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para definir la posición de las fallas, se debe tener presente que el origen del sistema de coordenadas se encontrará en el extremo inferior izquierdo de cada unidad de muestra, coincidiendo con la progresiva inicial (figura 23). El valor de la coordenada X será mayor a Cero y Menor al ancho de la unidad de la muestra (el ancho es la dimensión perpendicular al eje de la vía, paralela al eje X).

El valor de la coordenada Y será mayor a Cero y Menor a la longitud de la unidad de la muestra (la longitud es la dimensión paralela al eje de la vía, paralela al eje Y).

Los conceptos anteriores, establecen que el diagrama de fallas reflejara la posición de cada daño dentro de la unidad de muestra que se describe por su progresiva inicial y final (Unidad de muestra Ud2, 01+120 al 01+180), y que sus coordenadas se refieren al primer vértice del área por ejemplo piel de cocodrilo ( $x_1=1.2$  m,  $y_1=15.5$  m) o en el caso de fisuras longitudinales o transversales, a su extremo inferior.

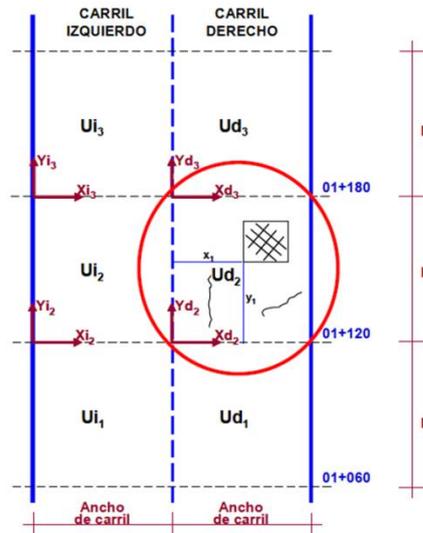


Figura 4: Procedimiento de toma de muestra. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

Luego se procede a realizar la inspección detallada o relevamiento de fallas, que consiste en recorrer todas las vías caminando y haciendo las anotaciones correspondientes a todas las fallas observadas. Estas fallas son anotadas en un papel denominado formato de metrado de fallas. Finalmente, obtenida toda la información de campo se procede a calcular los valores del PCI de cada sub-tramo, con esto se tiene el inventario de todas las fallas del distrito y su ubicación, para poder definir la intervención necesaria con fines de rehabilitación.

#### **b. Instrumentos de recolección de datos.**

El formato adjunto presenta un ejemplo en el cual se aprecia el relevamiento de fallas de una calle. Lo primero que se llena en el formato es el nombre de la calle a ser evaluada, la fecha, el área y el responsable. Una vez llenado estos datos se comienza a recorrer la vía para realizar el relevamiento de fallas.

El formato se llena de la siguiente manera:

- Se coloca el número de cada tipo de falla encontrada que se ubica en la parte superior del formato.
- Se coloca el metrado en cada tipo de falla observado con su nivel de severidad baja (L), mediana (M) o alta (H).
- Se obtienen los totales de cada tipo de falla.
- Se calcula la densidad (%), que se obtiene del metrado entre el área total.
- Se calcula los valores de deducción, que se obtienen de los gráficos de deducción con la densidad. Luego se obtiene la suma total.
- Se calcula el valor de deducción corregido (VDC)
- Por último se calcula el valor del PCI:  $PCI = 100 - VDC$

Según Shahin, M (1990). Entre las características del método de evaluación del PCI, se puede citar las siguientes: Es fácil de emplear, el procedimiento es enteramente visual, ofrece buena confiabilidad estadística de los resultados, suministra información sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada.

#### **c. Materiales de recolección de datos.**

Para el trabajo de campo es necesario contar con equipos y herramientas como son:

#### **d. Equipos:**

Cámara fotográfica y de video.

#### **e. Herramientas:**

Fichas de inspección, wincha, regla o flexometro, estacas, yeso y conos de seguridad

### 2.6.3. Condición del Pavimento

El PCI califica la condición “integral” del pavimento en base a una escala que varía desde 0 hasta 100. Además resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI y el estado del pavimento asociado a este mismo valor (Tabla N° 1)

**Tabla N° 1**

*Significado del valor PCI.*

Valor	Significado
100	Pavimento en “perfecto” estado.
70	Punto en que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor.
55	Punto en que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes. Condición para corregir fallas fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo “buena” pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje comienza a aumentar.
40	Punto en el que pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como “regular” o “aceptable”, el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “optimo” de rehabilitación.
0	El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera “fallado” y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial de un alto porcentaje de su área.

*Nota:* Tomada de Corros, Urbaez, Corredor (2009) y Vásquez (2002)

La tabla N°2 clasifica la condición del pavimento de acuerdo a su valor del PCI.

**Tabla N° 2**

*Índice de Condición del Pavimento (PCI) y escala de clasificación.*

PCI	CLASIFICACIÓN
86 – 100	Excelente
71 – 86	Muy bueno
57 – 70	Bueno
41 – 56	Regular
26 – 40	Pobre
11 – 25	Muy pobre
0 – 10	Colapsado

*Nota:* Tomada de American Society for Testing and Materials. (2004).

Entre las fallas consideradas en el método del PCI se consideran un total de diecinueve (19) que involucran a todas aquellas que se hacen comunes en la degradación del pavimento (tabla N°3).

**Tabla N° 3**

*Catálogo de fallas para el método PCI.*

No.	Descripción	Unidades
1.	Piel de cocodrilo	m2
2.	Exudación	m2
3.	Agrietamiento en bloque	m2
4.	Abultamientos y hundimientos	m
5.	Corrugación	m2
6.	Depresión	m2
7.	Grieta de borde	M
8.	Grieta de reflexión de junta	M
9.	Desnivel carril-berma	M
10.	Grietas longitudinales y transversales	M
11.	Parqueo	m2
12.	Agregado pulido	m2
13.	Baches	m2
14.	Cruce de vía férrea	m2
15.	Ahuellamiento	m2
16.	Desplazamiento	m2
17.	Fisura parabólica o por deslizamiento	m2
18.	Hinchamiento	m2
19.	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	m2

*Nota:* Tomada de Corros, Urbaez, Corredor (2009) y Vásquez (2002)

## 2.7. Tipos de fallas en un pavimento flexible considerados por el Método PCI

A continuación se presenta las 19 fallas identificadas de acuerdo con el sistema de convención propuesto por el Metodo Pavement Condition Index (PCI) para la identificación de la condición del pavimento.

### 2.7.1. Piel de cocodrilo.

Una serie de grietas interconectadas, producidas por fatiga de la mezcla asfáltica. Las grietas comienzan en el fondo de la capa y se propagan a la superficie, habiendo sido inicialmente grietas longitudinales paralelas. Posteriormente, bajo el efecto del tráfico, éstas se conectan formando polígonos de diferentes tamaños que semejan la piel de un cocodrilo o un alambre de gallinero. Estas grietas, que ocurren sólo en áreas sometidas a tráfico, se consideran una falla estructural severa y generalmente son acompañadas de ahuellamientos.

“Esta condición es indicativa de movimiento excesivo de una o más de las capas del pavimento o de fatiga, muchas veces en la propia carpeta es típico de bases débiles o insuficiente compactadas” (Rico y Del Castillo, 2011, p.127)



Figura 5: Piel de cocodrilo. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)

### **2.7.2. Exudación.**

La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante y reflectiva que usualmente llega a ser pegajosa.

Puede ser originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sello asfáltico, bajo contenido de vacíos de aire en la mezcla.

Esta ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales, emerge y entonces se expande en la superficie del pavimento. (Corros, Urbaez, Corredor, 2009, p.3-8).



*Figura 6: Exudación. Fuente: Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002)*

### **2.7.3. Agrietamiento en bloque.**

Vásquez (2002) menciona que las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del

pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa). (p.14)



*Figura 7: Agrietamiento en bloque. Fuente: Vásquez, L. (2002)*

#### **2.7.4. Abultamientos y hundimientos.**

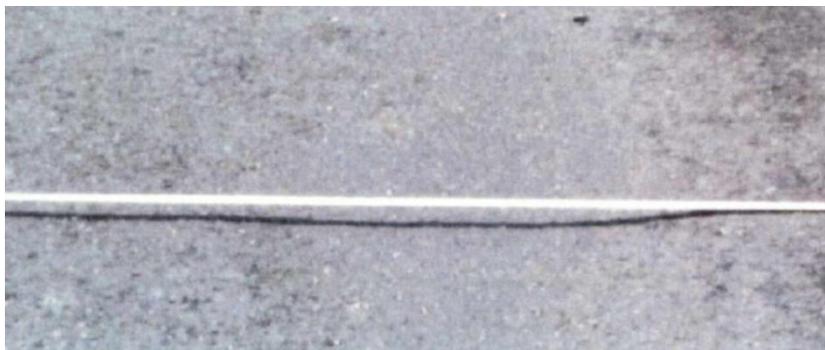
Ondulaciones transversales sucesivas de la superficie del pavimento, motivadas generalmente por deficiencias de estabilidad de la mezcla asfáltica, aunque también pueden ocurrir por falta de liga entre la capa superior y la subyacente o por excesiva humedad en la subrasante. (Montejo, 2008, p.181)

Podríamos decir entonces que los abultamientos son desplazamientos pequeños, bruscos, hacia arriba y hacia abajo de la superficie del pavimento, que distorsionan el perfil de la vía.

No son causados por inestabilidad del pavimento, sino que pueden ser producto de varios factores, tales como:

- Levantamiento de las losas de concreto de un pavimento rígido que ha sido cubierto con una carpeta asfáltica.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo)
- Infiltración y acumulación de material en una fisura en combinación con cargas de tráfico.
- Expansión del suelo de fundación.
- Deficiencias en el drenaje del paquete estructural del pavimento.

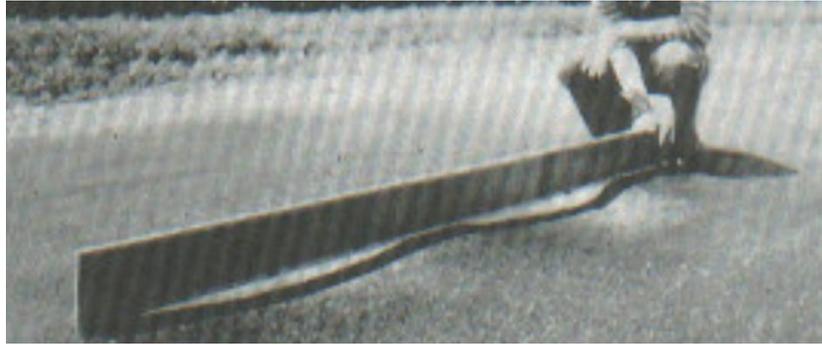
Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento causando extensas o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0m, el daño se llama corrugación (Corros, Urbaez, Corredor, 2009, p.3-13)



*Figura 8: Abultamientos y hundimientos. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)*

#### **2.7.5. Corrugación.**

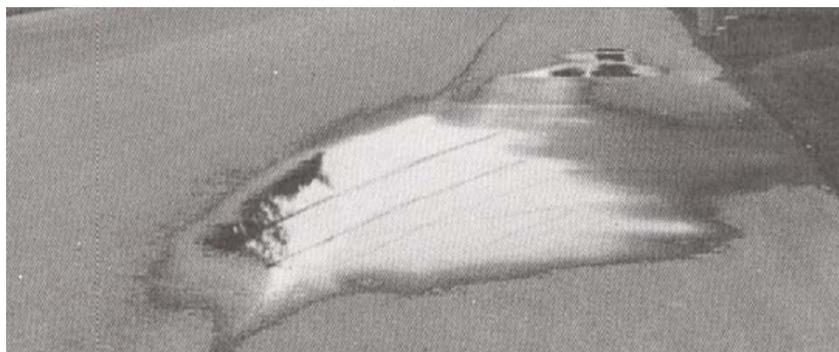
Deformaciones del perfil longitudinal con cimas y valles regularmente espaciados a distancias regulares. Generalmente están acompañadas, en los sitios críticos, por grietas semicirculares. Causado por acción del tránsito junto a base inestable.



*Figura 9: Corrugación. Fuente: Vásquez, L. (2002)*

### **2.7.6. Depresión**

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (birdbath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo. (Vásquez, 2002, p.20)



*Figura 10: Depresión. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)*

### 2.7.7. Grieta de borde.

Corros, Urbaez y Corredor (2009) menciona que las grietas de borde son paralelas y generalmente están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m. del borde exterior del pavimento.

Éste daño puede originarse por debilitamiento debido a condiciones climáticas de la base o de la subrasante en sectores próximos al borde del pavimento, por falta de soporte lateral o por terraplenes contruidos con materiales expansivos. El deterioro de la falla de borde se acelera por el efecto de las cargas de tránsito. En algunos casos se puede llegar a producir pérdida del material por disgregación. (p.3-18)



Figura 11: Grieta de borde. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

### 2.7.8. Grieta de reflexión de bloque.

Vásquez (2002) afirma que este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica contruidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de

la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños. (p.24)



*Figura 12: Grieta de reflexión de bloque. Fuente: Vásquez (2002)*

#### **2.7.9. Desnivel carril-berma.**

El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma. (Vásquez, 2002, p.26)



*Figura 13: Desnivel carril-berma. Fuente: Vásquez (2002)*

### 2.7.10. Grietas longitudinales y transversales.

“Consiste en la aparición de grietas longitudinales de no gran abertura (en el orden de 0.5 cm) en toda el área que corresponde a la de circulación de las cargas más pesadas” (Rico y Del Castillo, 2011, p.129)

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o eje de construcción. Son generalmente causadas por:

- Mala construcción de junta en franjas de asfalto
- Contracción del asfalto debido a los cambios de temperatura y el envejecimiento
- Reflexión de las grietas del pavimento inferior, grietas de asfalto, o losas de concreto.

Las grietas transversales son aproximadamente perpendiculares al eje del pavimento y pueden ser causadas por las mismas razones indicadas.

Estos tipos de fallas no están generalmente asociadas con tráfico y/o cargas.



*Figura 14: Grietas longitudinales y transversales. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)*

### **2.7.11. Parcheo.**

Un bache es un área de pavimento la cual ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente.

Un bache se considera un defecto, no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área bacheada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). (Corros, Urbaez, Corredor, 2009, p.3-28)



*Figura 15: Parcheo. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)*

### **2.7.12. Agregado pulido.**

Vásquez (2002), considera que este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa. (p.32)



*Figura 16: Agregado pulido. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)*

### **2.7.13. Baches o huecos.**

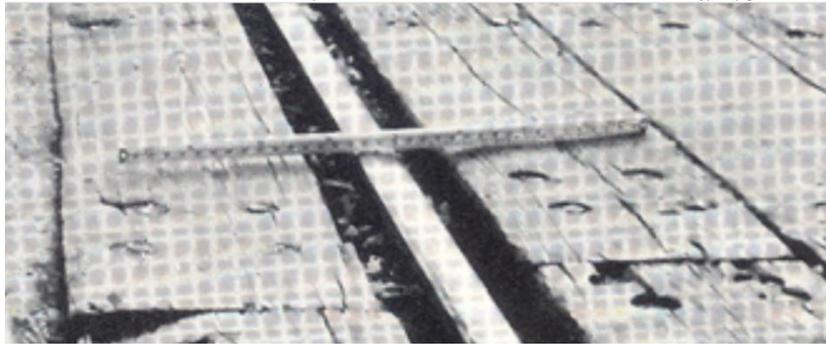
Los baches son pequeñas fallas de forma cóncava o tazón y diámetros generalmente inferiores a 0.9 m. Usualmente tiene bordes angulosos y verticales en las cercanías de la superficie. Crecen rápidamente por efecto de agua acumulada en el propio hueco. Son producidos por disgregación de pequeñas áreas de pavimento. Este se desintegra debido a defectos de mezclas, puntos débiles en la base o en la subrasante o grietas de piel de cocodrilo de alta severidad. Se suele confundir con disgregación o desintegración lo cual no debería pasar ya que generalmente son causados por una falla estructural. (Corros, Urbaez, Corredor, 2009)



*Figura 17: Baches o huecos. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)*

#### **2.7.14. Cruce de vía férrea o cruce de sumideros.**

Los defectos asociados al cruce de la vía férrea son depresiones o abultamientos en el plano de contacto entre el pavimento de la calzada y los rieles, que afectan la calidad de rodaje. (Vásquez, 2002)



*Figura 18: Cruce de vía férrea o cruce de sumideros. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)*

#### **2.7.15. Ahuellamiento.**

Es una depresión de la zona localizada en la superficie de las huellas de la llanta de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación a los lados de la zona afectada.

Se produce por una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debido a la carga del tránsito. Un Ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidropilado por almacenamiento de agua. (Vásquez, 2002)



*Figura 19: Ahuellamiento. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)*

### **2.7.16. Desplazamiento.**

Es un corrimiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañados por levantamientos de material formando "cordones", principalmente laterales, o bien por desplazamiento de la capa asfáltica sobre la superficie subyacente, generalmente acompañada de un levantamiento hacia el eje de la vía. Se debe al empuje del tránsito sobre el pavimento. (Corros, Urbaez, Corredor, 2009)



*Figura 20: Desplazamiento. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)*

### **2.7.17. Fisura parabólica o por deslizamiento (Slippage).**

Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño

ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada. (Vásquez, 2002, p.41)



*Figura 21: Fisura parabólica o por deslizamiento (Slippage). Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)*

#### **2.7.18. Hinchamiento.**

Abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente en la forma de una onda que distorsiona el perfil de la carretera. Causado por la expansión de los suelos de la subrasante. En muchos casos puede estar acompañado de fisuramiento de la superficie. (SIECA. 2010, p.309)



*Figura 22: Hinchamiento. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)*

### **2.7.19. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.**

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento. (Vásquez, 2002, p.44)



*Figura 23: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)*

## **2.8. Mantenimiento y rehabilitación del pavimento**

Rehabilitar es hacer que una obra civil vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil.

Hay varias formas de rehabilitación de pavimentos o corrección de deficiencias en un determinado tramo del mismo, que incluye el uso del revestimiento, sellado de grietas, uso de capa de sellos y reparación de baches.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2014), clasifica de la siguiente manera:

En lo que coinciden todos los países, es que el mantenimiento rutinario y periódico prolonga sustancialmente la vida útil de los pavimentos, sin importar el tipo de rodadura que posea; sin embargo, se comenta que en algunos casos, las actividades de mantenimiento no son sostenibles y muchas veces se realizan únicamente de manera reactiva, al haber fallas que ocasionan daño a los usuarios.

En general, en muchas vías, el mantenimiento rutinario sirve únicamente para mantener habilitada la ruta sin baches, aunque con un alto grado de incomodidad en la conducción, dado lo avanzado del deterioro que algunas vías presentan. (Coronado, 2002, p.13)

De lo visto en la tabla N° 1 se tiene tres situaciones, estos son:

Primera situación: Con valor PCI entre 70-100, el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor (sellado de grietas, reparación de huecos y bacheo menor).

Segunda situación: Con valor PCI entre 40- 70, el que pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como “regular” o “aceptable”, el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “óptimo” de rehabilitación. La estructura del pavimento y su calidad de rodaje no se han deteriorado severamente, el pavimento aún conserva buena parte de su resistencia original, y una adecuada acción de rehabilitación mejorará considerablemente su condición y estructura. Lo que probablemente traerá grandes beneficios con una inversión relativamente pequeña.

Tercera situación: Con valor PCI entre 0 a 40, el pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad

normal. El pavimento se considera “fallado” mostrando un estado crítico y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial de un alto porcentaje de su área.

Para Jugo, A. (2005). Las actividades de mantenimiento menor para un PCI que está en el rango de 70 a 100 puntos, deben de realizarse en zonas localizadas y tan pronto comiencen a aparecer las fallas, debido a que a partir de la segunda situación descrita, las fallas tienen un crecimiento rápido que al no ser atendidas en su momento pasan a la tercera situación fácilmente, esto implica que en un corto periodo de tiempo el costo de mantenimiento se incrementará significativamente. Estas actividades son: Sellado de grietas, bacheo de emergencia, bacheo superficial, bacheo de carpeta o profundo, sello asfáltico localizado, nivelación localizada, fresado y/o texturizarían localizada

El incremento en el deterioro, se explica por el efecto del tráfico y los agentes atmosféricos sobre un pavimento envejecido y debilitado. La superficie desarrolla grietas que permiten la infiltración de agua, la cual reduce la capacidad de soporte de la subrasante y bases granulares, disminuyendo la resistencia integral de la estructura, por lo que el tráfico induce deflexiones mayores que aceleran el daño, permitiendo más infiltración de agua, y así sucesivamente. Este proceso explica la importancia de ejecutar acciones de mantenimiento menor tan pronto como comiencen a aparecer fallas.

El mantenimiento mayor se ha clasificado en: *efectivo* y *correctivo*, este último se aplica cuando el nivel de servicio de una vía está por debajo del mínimo aceptable desde el punto de vista funcional, o presenta importante debilitamiento estructural. En estos casos, se requieren acciones de mantenimiento mayor para corregir integralmente

el problema. Este tipo de acciones se aplican al pavimento clasificado como "malo" con PCI entre 0 a 40 puntos.

Por su parte el mantenimiento mayor *efectivo*, se aplica antes que la condición del pavimento alcance un estado crítico, condición regular-baja, dentro de la zona "óptima" de rehabilitación, quiere decir con un PCI entre 40 y 70 puntos.

El mantenimiento mayor incluye actividades que se aplican a toda el área de un tramo, éstas pueden estar precedidas por acciones preparatorias de mantenimiento menor. Estas actividades son: Tratamientos superficiales, capas asfálticas (de nivelación, de fricción y/o sello o estructurales), remoción por fresado, reciclado (en frío o en caliente)

## **2.9. Formas de mantenimiento de vías.**

Son todas aquellas de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura urbana, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

### **2.9.1. Mantenimiento periódico.**

Son todas las obras de conservación vial que se realizan en períodos programados, generalmente de más de un año de intervalo, para elevar la vía a un nivel de servicio bueno o muy bueno, esto con el fin de conservar los niveles de servicio.

Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a:

- Reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello,

- Reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento,
- Reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje, elementos de seguridad vial y señalización,
- Reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera y tanto de la superestructura como de la subestructura.
- Reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura.

### **2.9.2. Mantenimiento rutinario.**

Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio, es decir, se repiten una o varias veces al año. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas con el fin de recuperar ciertos elementos con daños menores y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como, limpieza o reparación de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes. También el sellado de fisuras y grietas en calzada, parchado superficial y/o profundo de calzada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p. 310)

La siguiente figura muestra las técnicas de mantenimiento posibles.

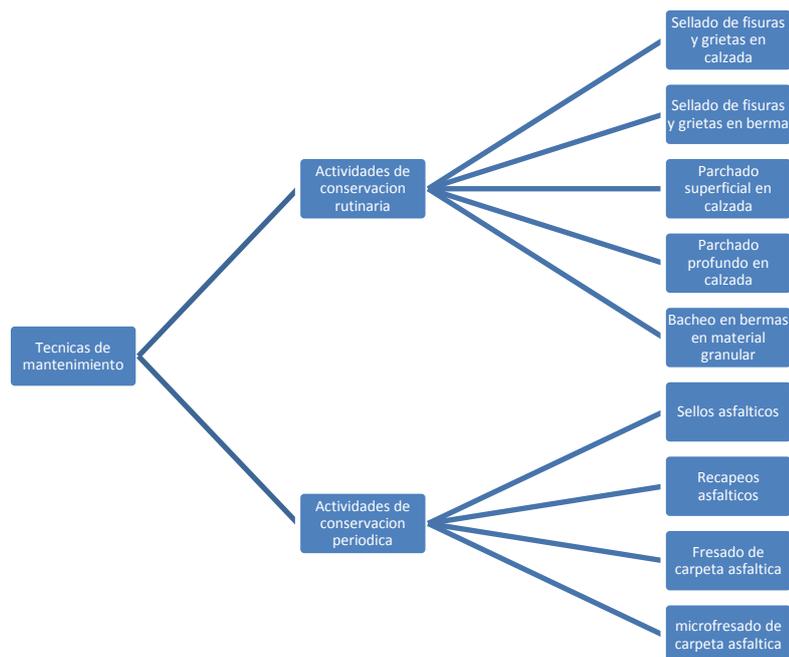


Figura 24: Técnicas de mantenimiento Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)

## 2.10. Terminología del estudio.

### 2.10.1. Av. Circunvalación.

Lugar u objeto de estudio, ubicado en la zona urbana de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, región Puno.

### 2.10.2. Carpeta asfáltica.

Es la capa (mezcla de asfalto y agregado) de espesor variable usada para eliminar irregularidades en el contorno de una superficie existente, antes de un tratamiento o de una construcción. Capa superficial de la estructura del pavimento flexible. La carpeta asfáltica es la parte superior de un pavimento flexible. Es una capa de material pétreo cementado con asfalto que se coloca sobre la base.

Olivera (1994) cita que los materiales pétreos son suelos inertes que se consiguen en ríos, arroyos o depósitos naturales. Para poder ser empleados en la carpeta asfáltica deben cumplir con ciertas características dadas por la granulometría, dureza, forma de partícula, y adherencia con el asfalto.

El contenido óptimo de asfalto para una carpeta, es la cantidad de asfalto que se necesita para formar alrededor de la partícula una membrana con un espesor suficiente para resistir los elementos del intemperismo, para que el asfalto no se oxide. El espesor no debe ser muy grande porque se pierde resistencia y estabilidad.

Se recomienda que las partículas que se utilicen tengan forma esférica, ya que las que son en forma de laja o de aguja pueden romperse muy fácilmente y afectar la granulometría.

Según Olivera (1994) las funciones de la carpeta asfáltica son las siguientes:

- Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.
- Impedir la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores.
- Resistir la acción de los vehículos.

### **2.10.3. Carril.**

De acuerdo a la norma la definición de carril es parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito, pero para el uso del software Evalpav, carril no será parte de la calzada, sino será la calzada misma como parte de la vía destinada a la circulación de vehículos en los sentidos izquierdo y derecho no incluye la berma. De acuerdo a esto, en esta investigación se nombrará carril a la calzada.

#### **2.10.4. Evaluación de la carpeta asfáltica.**

Determinación del valor del índice de condición de pavimentos de la superficie de rodadura mediante el método PCI.

#### **2.10.5. Fallas de carpeta asfáltica.**

Conjunto de 19 tipos de defectos de la carpeta asfáltica propuesto por el Método PCI.

#### **2.10.6. Intervención.**

Operación vial, conjunto de actividades que se inician al término de una construcción de la vía y tienen por finalidad mantener un nivel de servicio adecuado.

#### **2.10.7. Mantenimiento.**

Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

#### **2.10.8. Método PCI.**

Conjunto de operaciones o procedimientos para determinar el valor del índice de condición del pavimento propuesto por M. Shahin.

#### **2.10.9. Nivel de severidad.**

Cualquiera de las tres categorías en las que se encuentra determinada una de las 19 fallas del pavimento flexible: bajo (L), medio (M) y alto (H).

#### **2.10.10. Valor PCI.**

Es el índice obtenido por el método PCI que varía de 0 a 100 puntos.

## Capítulo III

### III. Materiales y métodos.

#### 3.1. Lugar de ejecución

El lugar de estudio se ubica en la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román de la región Puno, comprendido entre el Parque Triciclo hasta la intersección con el Jr. Mariano Núñez Butrón.

Los datos para el estudio se han obtenido desde el Parque Cholo hasta el cruce con la Av. Ferrocarril. El tramo del presente estudio se ha seleccionado considerando la sección donde se presenta mayor flujo vehicular, habiendo sido dividido en tres tramos: el primero, Parque Triciclo-Parque Cholo; el segundo, Parque Cholo-Avenida Ferrocarril y el tercero Av. Ferrocarril-Jr. Mariano Núñez. Mediante el análisis del flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planeamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte.

La tabla N° 4 muestra el flujo vehicular del tramo comprendido entre el Parque Cholo-Av. Ferrocarril. Los datos se han tomado por tres días a la misma hora (12:00pm – 1:00pm).

**Tabla N° 4**  
*Resumen aforo vehicular.*

Tramo	Conteo vehicular por intervalo de tiempo			Total
	0-20min	20-40min	40-60min	
Parque Triciclo-Parque Cholo	124	110	136	370
Parque Cholo-Av. Ferrocarril	150	142	126	418
Av. Ferrocarril-Jr. Mariano Nuñez	137	130	133	400

*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población.**

El tamaño de la población o universo es de 1006m, considerando los carriles izquierdo y derecho de la Av. Circunvalación Oeste, tramo Parque Cholo-Av. Ferrocarril. El espesor de la carpeta asfáltica es de 12cm.

### **3.2.2. Unidades de muestro.**

#### **a. Cálculo de las unidades de muestreo.**

Se ha dividido la vía en unidades de muestreo, delimitadas por la progresiva inicial y por la progresiva final, por ejemplo: la unidad de muestra U-001, del carril derecho está delimitado por las progresivas Km 00+000 y Km 00+017.

El área de la unidad de muestreo tiene un rango de  $225.0 \pm 90.0\text{m}^2$  para carreteras. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.13)

Para el ancho de carril de 13m se tuvo una longitud de muestra de 17.3m, haciendo un área por unidad de muestra de  $224.9\text{m}^2$  que está en el rango mencionado anteriormente.

La longitud total de estudio es 1006m con un ancho de 13m. Cuenta con un área total de  $13,078\text{ m}^2$ . La cantidad de unidades de muestras resulta de la división del área total entre el área de la unidad de muestra que es de  $224.9\text{ m}^2$ , siendo 58.15 la cantidad de unidades de muestreo.

N=58.15

### **b. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.**

La determinación de las unidades de muestreo se realiza para un número grande de unidades de muestreo cuya inspección demanda tiempo y recursos, en este estudio se realiza la inspección a todas las unidades de muestra de la vía, sin embargo para efectos demostrativos del método se realizó el siguiente cálculo:

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

Donde:

$$N=58.15 \quad e=0.05 \quad s=10$$

Reemplazando en la fórmula:

$$n = \frac{58.15 \cdot 10^2}{\frac{0.05^2}{4} \cdot (58.15-1) + 10^2}$$

$$n= 58.13$$

### **c. Selección de las unidades de muestreo para inspección.**

Con la obtención del número mínimo de unidades de muestreo a evaluar, se procede a la selección de las unidades, para ello se procederá a reemplazar en la siguiente formula:

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

Dónde:

$$N=58.15 \quad n=58.13$$

Reemplazando:

$$I = \frac{58.15}{58.13}$$

$$I = 1.00$$

Las muestras a analizar se hacen consecutivamente de uno en uno.

“Un tramo vial abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI del tramo será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo” (Vásquez, 2002, p.4-12).

#### **d. Cálculo de los valores deducidos.**

##### **Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:**

**1.a.** Se totalizó cada tipo y nivel de severidad de daño y se registró en la columna *total* de la hoja de registro de fallas (Tabla N° 5). El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.

**1.b.** Se dividió la *cantidad* de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el *área total* de la unidad de muestreo y se expresó el resultado como porcentaje. Esta es la *densidad* del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

**1.c.** Se determinó el *valor deducido* para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “valor deducido del daño” que se adjunta al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

##### **Etapa 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)**

**2.a.** Si ninguno o tan sólo uno de los “valores deducidos” fue mayor que 2, se usó 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.** Se listó los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

**2.c.** Se determinó el “número máximo admisible de valores deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación:

$$m_i = 1 + (9/98)(100 - HDV_i) .$$

Donde:

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

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual 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 los que se tengan.

### **Etapa 3.** Cálculo del “máximo valor deducido corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

**3.a.** Se determinó el número de valores deducidos,  $q$ , mayores que 2.0.

**3.b.** Se determinó el “valor deducido total” sumando todos los valores deducidos individuales.

**3.c.** Se determinó el CDV con  $q$  y el “valor deducido total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

**3.d.** Se redujo a 2.0 el menor de los “valores deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y se repitió las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

**3.e.** El máximo CDV fue el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

**Etapa 4.** Se calculó el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

**e. EvalPav Carreteras (software).**

Para el procesamiento de datos se utilizó el software EvalPav Carreteras elaborado por: Ing. Gerber J. Zabala, Dirección de Estudios Especiales. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles- MTC. Todo lo mencionado en la parte d) es aplicada en este programa.

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

El software EvalPav contiene tres versiones, vías Pavimentadas (ASTM D 6433-03), Aeropuertos (ASTM D 5340-04) y Carreteras No Pavimentadas (USACE TM 5-626). La operatividad de todas las versiones es similar para el mantenimiento, consulta e impresión de datos, lo que permite un aprendizaje rápido, facilidad en el registro de los datos, actualización automática de la información, donde el usuario solo debe concentrarse en el ingreso de datos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.2)

### **3.3. Tipo de estudio**

#### **3.3.1 Tipo de investigación.**

El proyecto adopta el nivel descriptivo de investigación. Describe las fallas de la carpeta asfáltica determinado por el método PCI en la Av. Circunvalación de la ciudad de Juliaca; la falla recurrente, el nivel de severidad y el valor del PCI que indica el tipo de intervención.

#### **3.1.2. Diseño de investigación.**

Se asume un estudio cuantitativo, no experimental, transeccional, descriptiva. Las fallas son observadas en un momento único en el tiempo y se miden variables de manera individual reportando esas mediciones.

### **3.4. Formulación de hipótesis**

#### **3.4.1. Hipótesis principal.**

Las fallas en la carpeta asfáltica determinado por el método PCI en la AV. Circunvalación de Juliaca Oeste son: piel de cocodrilo, huecos y ahuellamientos.

#### **3.4.2. Derivadas.**

- a.- La falla recurrente en la carpeta asfáltica son una serie de grietas interconectadas, producidas por fatiga de la mezcla asfáltica.
- b.- El nivel de severidad de la falla debido a las grietas interconectadas es alto.
- c.- El tipo de intervención para el valor PCI hallado es mantenimiento.

Debido al tipo de estudio descriptivo no se realizan pruebas de hipótesis.

### **3.4.3. Identificación de las variables**

Fallas en la carpeta asfáltica.

### 3.5. Definición y medición de variables (matriz de consistencia y operacionalización de variables)

**Tabla N° 5**

*Matriz de consistencia. Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Juliaca.*

Objeto de estudio	Planteamiento del problema	Objetivos	Hipótesis	Diseño	Conceptos Centrales
<b>Estado de la carpeta asfáltica evaluada mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Juliaca</b>	<b>General.-</b> ¿Cuáles son las fallas de la carpeta asfáltica determinado por el método PCI en la Av. Circunvalación de la ciudad de Juliaca?	<b>Objetivo general.-</b> Determinar las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la AV. Circunvalación de Juliaca.	<b>Hipótesis principal.</b> Las fallas en la carpeta asfáltica determinado por el método PCI en la AV. Circunvalación de Juliaca son: grietas por fatiga o piel de cocodrilo, huecos y ahuellamientos.	<b>Tipo.</b> Descriptivo.  <b>Diseño.</b> No experimental, transeccional, descriptiva.	Ahuellamiento. Av. Circunvalación. Carpeta asfáltica Evaluación de la carpeta asfáltica. Evaluación. Fallas de carpeta asfáltica. Grietas por fatiga. Huecos Intervención. Mantenimiento. Método PCI. Nivel de severidad. Valor PCI.
	<b>Específicos</b> ¿Cuál es la falla recurrente de la carpeta asfáltica obtenida mediante el método PCI?	<b>Específicos.-</b> A.- Determinar la falla recurrente aplicando el método PCI.	<b>Derivadas.-</b> a.- La falla recurrente en la carpeta asfáltica son una serie de grietas interconectadas, producidas por fatiga de la mezcla asfáltica		
	¿Qué nivel de severidad presenta la falla recurrente?	B.- Establecer el nivel de severidad de la falla recurrente.	b.- El nivel de severidad de la falla debido a las grietas interconectadas es alto.		
	¿Cuál es el valor del PCI que indique el tipo de intervención?	C.- Hallar el valor PCI determinando su estado para su intervención.	c.- El tipo de intervención para el valor PCI hallado es mantenimiento.		
	<b>Variable.</b> Fallas en la carpeta asfáltica				

*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 6

## Operacionalización de variables.

Variables	Dimensión.	Indicadores						Instrumento
		Nombre	Ítem			Atributo	Unidad	
			Bajo	Medio	Alto			
Tipos de fallas en la carpeta asfáltica.	Fisuras y grietas	Piel de cocodrilo	Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están “descascaradas”, es decir, no presentan pérdida del material a lo largo de sus lados.	Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente “descascaradas”. Inicia el proceso de interconexión.	Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y “descascarados” los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el efecto del tránsito.	Área	m2	Hoja de registro
		Agrietamiento en bloque	Bloque anguloso de tamaño > 15cm con ancho de fisura < 1mm	Bloque anguloso de tamaño < 15cm con ancho de fisura > 1mm	Bloque anguloso de tamaño < 15cm con ancho de fisura > 3 mm	Área	m2	Hoja de registro
		Grieta de borde	Grietas de baja severidad sin disgregación.	Grietas de media severidad con algo de disgregación y rotura de los bordes.	Considerable rotura de borde y disgregación en las grietas.	Longitud	m	Hoja de registro
		Grieta de reflexión de junta	1) Grieta sin relleno de ancho menor que 1cm, o 2) Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).	1) Grieta sin relleno con ancho entre 1cm y 7.6cm. 2) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 7.6cm rodeada de un ligero agrietamiento. 3) Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.	1) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad. 2) Grietas sin relleno >7.6cm. 3) Una grieta de cualquier ancho en la grieta está severamente fracturada.	Longitud	m	Hoja de registro
		Grietas longitudinales y transversales	Muy finos, < 1 mm	Mayor ancho fisura, > 1 mm	Con ancho fisura > 3mm.	Longitud	m	Hoja de registro
		Fisura parabólica	Ancho promedio de la grieta	1)Entre 1cm<Ancho prom.	1) Ancho promedio grieta >	Área	m2	Hoja de

	o por deslizamiento	menor que 1cm.	Grieta <3.8cm. 2) El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.	3.8cm. 2) El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.			registro
Deformaciones superficiales	Abultamientos y hundimientos	No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje.	Se aprecia al andar pero por carácter localizado no resulta molesto	Obliga a graduar velocidad, sumamente molesta.	Longitud	m	Hoja de registro
	Corrugación	No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje.	Producen un efecto medio en la calidad de rodaje.	Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje.	Área	m2	Hoja de registro
	Depresión	Máxima profundidad de la depresión: 1.3a 2.5cm.	Máxima profundidad de la depresión: 2.5 a 5.1cm.	Profundidad de la depresión: Más de 5.1cm.	Área	m2	Hoja de registro
	Ahuellamiento	<0.6cm	De 0.6 a 1.2cm	> 1.2cm	Área	m2	Hoja de registro
	Desplazamiento	No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje.	Producen un efecto medio en la calidad de rodaje.	Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje.	Área	m2	Hoja de registro
	Hinchamiento	Conducir en el límite de velocidad si se produce movimiento hacia arriba del vehículo, existe hinchamiento	El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.	El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.	Área	m2	Hoja de registro
Desprendimientos.	Baches	1) Profundidad del bache 1.2cm a 2.5cm y diámetro de 10cm a 45cm. 2) Profundidad de 2.5cm a 5cm y diámetro de 1cm a 2cm	1) Profundidad del bache 2.5cm a 5cm y diámetro de 20cm a 45cm. 2) Profundidad >5cm diámetro de 10cm a 45cm	1) Profundidad del bache 2.5cm a 5cm y diámetro de 45cm a 75cm. 2) Profundidad >5cm y diámetro de 45cm a más.	Área	m2	Hoja de registro
	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la	Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y "ahuecada". En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede	Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es rugosa. Las áreas ahuecadas tienen diámetros < 1cm. y profundidades < 1.3cm.	Área	m2	Hoja de registro

		mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.	penetrarse con una moneda.	Mayor a esta es hueco. Si se derrama aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.			
Otras fallas.	Exudación.	Aislado. Leve en huellas	Huellas bien diferenciadas	Extensivo en todo ancho calzado.	Área	m2	Hoja de registro
	Agregado pulido	No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.			Área	m2	Hoja de registro
	Desnivel carril-berma	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y el hombrillo está entre 2.5 y 5.1cm.	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y el hombrillo está entre 5.1 y 10cm	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y el hombrillo es mayor de 10cm.	Longitud	m	Hoja de registro
	Parqueo	El parche está en buena condición y es satisfactorio. El efecto sobre la calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.	El parche está moderadamente deteriorado o el efecto sobre la calidad del tránsito se califica como de severidad media.	El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.	Área	m2	Hoja de registro
	Cruce de vía férrea	No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje.	Producen un efecto medio en la calidad de rodaje.	Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje.	Área	m2	Hoja de registro

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. Instrumento de recolección de datos del Método PCI.

El formato adjunto presenta un ejemplo en el cual se aprecia el relevamiento de fallas de una calle. Lo primero que se llena en el formato es el nombre de la calle a ser evaluada, la fecha, el área y el responsable. Una vez llenado estos datos se comienza a recorrer la vía para realizar el relevamiento de fallas.

El formato se llena de la siguiente manera:

- Se coloca el número de cada tipo de falla encontrada que se ubica en la parte superior del formato.
- Se coloca el metrado en cada tipo de falla observado con su nivel de severidad baja (L), mediana (M) o alta (H).
- Se obtienen los totales de cada tipo de falla.
- Se calcula la densidad (%), que se obtiene del metrado entre el área total.
- Se calcula los valores de deducción, que se obtienen de los gráficos de deducción con la densidad. Luego se obtiene la suma total.
- Se calcula el valor de deducción corregido (VDC)
- Por último se calcula el valor del PCI:  $PCI = 100 - VDC$

**Tabla N° 7**

*Hoja de registro de fallas*

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433(2003)															
<b>SECCIÓN</b>		<b>PROGRESIVA INICIAL</b>				<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>									
<b>CARRIL</b>		<b>PROGRESIVA FINAL</b>				<b>AREA DE MUESTREO</b>									
<b>INSPECCIONADO POR</b>						<b>FECHA</b>									
DAÑOS															
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Baches							
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de junta				14. Cruce de vía férrea							
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril-berma				15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento							
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Fisura parabólica o por deslizamiento							
6. Depresión				12. Agregado pulido				18. Hinchamiento							
								19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	

*Nota:* Fuente: MTC

### 3.7. Análisis de flujo vehicular.

#### 3.7.1. Estudio de Tráfico

Entre los días 22 y 28 de mayo del 2016 se ha llevado el estudio de tráfico cuyos alcances son: Determinación del volumen de tráfico mediante la ejecución de conteos de vehículos durante 7 días continuos, por 24 horas al día, y considerando la tipología vehicular de acuerdo a la nueva Guía AASHTO 2008 compatibilizada con la clasificación peruana. Determinación del Índice Medio Diario Anual (IMDA) en base a los resultados de los conteos y considerando factores de corrección semanal y anual de ser el caso. Determinación de la Clasificación Vehicular. Cálculo del Número de Ejes Equivalentes de acuerdo a la normativa de la Guía para Diseño Estructural de Pavimentos AASHTO 1993.

#### 3.7.2. Volumen de tráfico

El conteo se realizó en una estación ubicada en la intersección de la Av. Circunvalación con la Av. Ferrocarril. Se contó el tráfico de manera continua (24 hrs), tanto vehículos ligeros como pesados. También se realizó la clasificación de todos los vehículos, detallando el tipo de vehículos. Se registró el detalle de la configuración de ejes, según la establecida por el tipo de vehículo. Esta información sirve para la determinación del Índice Medio Diario Anual (IMDA) y posterior cálculo del número de Ejes equivalentes de carga (ESAL).

#### 3.7.3. Procedimiento

##### a. Cálculo de volumen de transito semanal (TS)

$$TS = \sum T(L - D) \quad Veh. Mixt/Sem$$

##### b. Cálculo de transito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad Veh Mixt/Dia$$

**c. Día máximo de demanda**

**d. Hora máxima de demanda**

**e. Gráficos tipo de vehículo en función de la cantidad de los mismos.**

**f. Factor de crecimiento anual**

Tasa de crecimiento ( $g$ ) = 0.045

Años ( $n$ ) = 20

$$FCA = \frac{(1 + g)^n - 1}{g}$$

**g. IMD**

**-Desviación estándar muestral**

Número de días por semana  $n=7$

Número de días del año  $N=365$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n - 1}}$$

**-Desviación estándar poblacional**

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N - n}{N - 1}}$$

**h. Cálculo IMD**

Nivel de confiabilidad  $k= 95\% =1.96$

$$IMD = TDPS \pm K \times \sigma$$

**i. Cálculo de ejes equivalentes (ESAL)**

Se considera los datos siguientes:

- IMDA : Índice medio diario anual
- FS : Factor sentido
- FC : Factor carril

- FVC : Factor vehículo carril
- FP : Factor presión neumático
- N : Número de días del año
- FCA : Factor crecimiento anual
- N° Rep EE : Numero de repeticiones ejes equivalentes

### **3.8. Análisis de la carpeta asfáltica.**

#### **3.8.1. Ensayo lavado de asfalto en muestras para pavimentos.**

##### **a. Procedimiento ensayo lavado de asfalto**

Se escoge una muestra de un pavimento al cual se desintegra por medio del chancado, luego se mezcla para tener una muestra homogénea.

Se cuartea la mezcla para obtener la homogeneidad en ella, luego se pesa aproximadamente 1.5 Kg, esta cantidad depende de la capacidad de la centrifuga. En este proceso se calibra la balanza con la tara para poder obtener un peso de muestra igual a 1.5 Kg.

Se agrega la muestra a la centrifuga y se procede a echar el combustible (gasolina) con el embudo, con la espátula se remueve suavemente.

Se tapa con el filtro y luego con su tapa empernándolo.

Al final, luego de encerrarlos con la tapa de la centrifuga con sus pernos bien ajustados, se procede a encender la maquina centrifuga.

Al estar en funcionamiento la máquina de la centrifuga, la gasolina actúa como un disolvente, el cual separa el asfalto del agregado.

Girando suavemente el indicador se va aumentando y luego disminuyendo el número de revoluciones hasta cero para luego apagar la maquina centrifuga, se golpea suavemente la otra tapa del embudo, con esta tapa y con una brocha se limpia del filtro la arena apegada en esta zona del embudo.

Con la espátula se limpia de los bordes laterales la arena pegada a los lados.

El combustible y el ligante salen a través de un ducto al separarse de los agregados.

Se repite el procedimiento las veces que sea necesario hasta lograr que por el tubo, se expulse el solvente sin ninguna señal de asfalto, hasta que el solvente sea expulsado totalmente limpio.

Cada lavado termina, cuando a través del tubo ya no expulsa el solvente y el ligante.

Se deja secar a temperatura ambiente para lograr así la evaporación completa del disolvente (gasolina).

Se vacía en una tara el agregado seco y se hace el proceso de Tamizado de la muestra de agregado seca.

### **3.8.2. Ensayo Marshall.**

#### **a. Resumen del ensayo Marshall.**

El procedimiento consiste en la fabricación de probetas cilíndricas de 101.6 mm (4") de diámetro y 63.5 mm (2 1/2") de altura, preparadas como se describe en esta norma, rompiéndolas posteriormente en la prensa Marshall y determinando su estabilidad y deformación. Si se desean conocer los porcentajes de vacíos de las mezclas así fabricadas, se determinarán previamente los pesos específicos de los materiales empleados y de las probetas compactadas, antes del ensayo de rotura, de acuerdo con las normas correspondientes.

### **3.8.3. Deflectometria.**

#### **a. Procedimiento.**

El punto del pavimento a ser ensayado deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino. Sobre dicha línea será localizado el punto de ensayo a una distancia prefijada del borde.

La rueda dual externa del camión deberá ser colocada sobre el punto seleccionado; para la correcta ubicación de la misma, deberá colocarse en la parte trasera extrema del camión una guía vertical en correspondencia con el eje de carga. Desplazando suavemente el camión, se hace coincidir la guía vertical con la línea transversal indicada en 3,1 de modo que simultáneamente el punto quede entre ambas llantas de la rueda dual.

Se coloca la viga sobre el pavimento, detrás del camión, perpendicularmente al eje de carga, de modo que la punta de prueba del primer brazo coincida con el punto de ensayo y la viga no roce contra las llantas de la rueda dual.

Se liberan los seguros de los brazos y se ajusta la base de la viga por medio del tornillo trasero, de manera que los dos brazos de medición queden en contacto con los diales.

Se ajustan a los diales de modo que sus vástagos tengan un recorrido libre comprendido entre 4 y 6 mm. Se giran las esferas de los diales hasta que las agujas queden en cero y se verifica la lectura. Obtener la posición 0 (cero).

Se hace avanzar suave y lentamente el camión; se pone en marcha el cronómetro y vibrador y se leen los diales cada 60 segundos. Cuando dos lecturas sucesivas de cada

uno de ellos no difieran en más de 0,01 mm, se da por finalizada la recuperación, registrándose las últimas lecturas observadas (L0 y L25)

Con el fin de medir la temperatura del pavimento se practica un orificio (antes de comenzar el ensayo y simultáneamente con el trazado de la línea), cuyas dimensiones serán: 4 cm de profundidad y 10 mm de diámetro, aproximadamente, emplazado sobre la línea paralela al eje del camino, que pasa por el punto de determinación de la deflexión y a 50 cm del mismo, en el sentido de avance del camión. Se llena con aceite no menos de 10 minutos antes de iniciar el ensayo, se inserta el termómetro y se lee la temperatura, retirando el mismo antes del desplazamiento del camión.

El rango de temperatura de trabajo deberá quedar dentro de los siguientes: límites: Límite inferior: 5 °C y límite superior: 35 °C

No obstante el límite superior indicado en el párrafo 3.7, el ensayo no se deberá efectuar a temperaturas inferiores si ellas producen deformación plástica entre ambas llantas de la rueda dual.

Para detectar si dicha deformación se produce, se deberá proceder de la siguiente forma:

Una vez registradas las lecturas L0 y L25, se hace retroceder suave y lentamente el camión hasta que la rueda dual externa quede colocada sobre el punto de ensayo, observando la marcha en la aguja del dial. Sí alcanzada cierta posición la aguja se detiene y luego se observa un desplazamiento en sentido contrario, como si se produjera la recuperación del pavimento, ello indica que existe deformación plástica medible entre ambas llantas de la rueda dual. Esa aparente recuperación puede ser debida también al hecho de que el radio de acción de la carga del camión afecte las patas de la viga.

Tampoco deberá efectuarse el ensayo si, aun cuando no se detectara deformación plástica mediante el procedimiento recién indicado, se constatará que el radio de acción de la carga del camión afecta las patas de la regla, para lo cual se procederá de la siguiente forma:

Una vez registradas las lecturas de los diales, se hace retroceder lentamente el camión observando el dial del primer brazo. Cuando se observe que el dial comienza a desplazarse acusando la deformación producida por la carga, se marca sobre el pavimento la posición de la guía vertical mencionada en el párrafo 3.2 y se detiene el retroceso del camión.

Se mide la distancia entre la punta de prueba del primer brazo y la marca practicada sobre el pavimento, de acuerdo con lo indicado antes. Sea  $d$  esa distancia, si  $d$  es mayor de 2,40 m, la acción de la carga del camión afecta las patas de la viga.

## Capítulo IV

### IV. Resultados.

En esta parte se muestra los resultados obtenidos de la aplicación del Método PCI para determinar fallas de la carpeta asfáltica en la Av. Circunvalación Oeste, sector Parque Cholo- Av. Ferrocarril del carril Izquierdo y derecho, además del cálculo del PCI de cada unidad de muestra.

También están resultados de ensayos adicionales como son: el análisis flujo vehicular, ensayo de lavado de asfalto, ensayo Marshall y viga Benkelman.

#### **4.1. Fallas de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI en la AV. Circunvalación tramo Parque Cholo - Av. Ferrocarril de Juliaca.**

En la tabla N° 5 se presenta las fallas existentes que son 8 de las 19 que considera el Método PCI, las 11 restantes no tienen presencia en el tramo estudiado. Las tres principales fallas que aparecen son: Piel de cocodrilo, Baches y Agregado Pulido. Cabe mencionar que este registro de fallas no está ponderado por el daño que causan al pavimento.

Tabla N° 8

*Fallas existentes de la carpeta asfáltica obtenida mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca. Tramo Parque Cholo- Av. Ferrocarril. 2015*

	Tipo de falla	Frecuencia	Porcentaje
1	Piel de cocodrilo	28	15,6
2	Exudación	0	0,0
3	Agrietamiento en bloque	3	1,7
4	Abultamientos y hundimientos	1	0,6
5	Corrugación	0	0,0
6	Depresión	0	0,0
7	Grieta de borde	0	0,0
8	Grieta de reflexión de junta	0	0,0
9	Desnivel carril-berma	0	0,0
10	Grietas longitudinales y transversales	22	12,3
11	Parcheo	22	12,3
12	Agregado pulido	46	25,7
13	Baches	34	19,0
14	Cruce de vía férrea	0	0,0
15	Ahuellamiento	0	0,0
16	Desplazamiento	0	0,0
17	Fisura parabólica o por deslizamiento	0	0,0
18	Hinchamiento	0	0,0
19	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	23	12,8

Nota: Fuente: Elaboración propia.

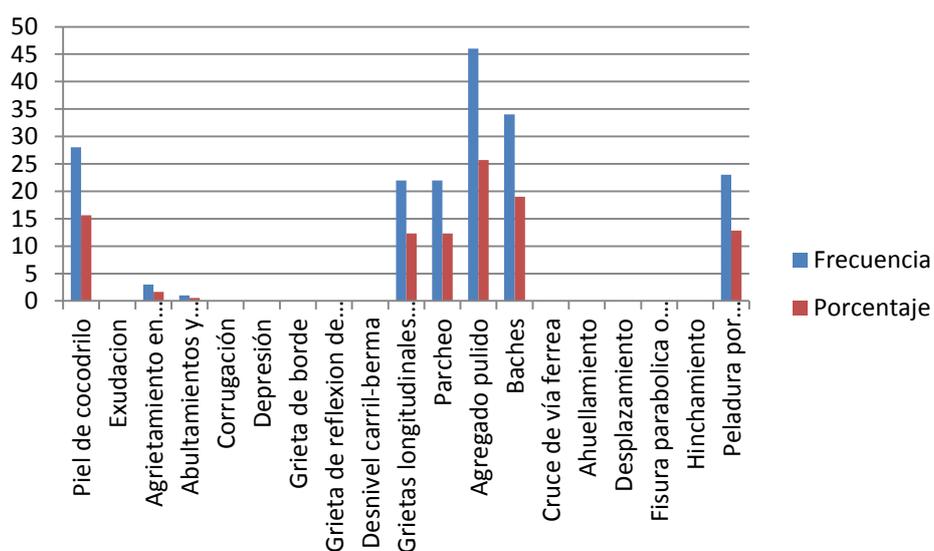


Gráfico 1: Fallas existentes en la Av. Circunvalación Oeste. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Falla recurrente aplicando el método PCI.

De acuerdo a la falla encontrada, se tiene un Valor Deducido para cada tipo de daño y su respectivo nivel de severidad que mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” se ve la participación por cada falla en el pavimento (tabla N° 5).

**Tabla N° 9**

*Fallas recurrentes en unidades de muestra según grado de severidad (valor deducido) en la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca. Tramo Parque Cholo- Av. Ferrocarril. 2015*

Descripción	Cantidad	Porcentaje
Piel de cocodrilo	14	24
Grietas longitudinales y transversales	4	7
Parcheo	7	12
Agregado pulido	14	24
Baches	16	28
Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	3	5

Nota: Fuente: Elaboración propia.

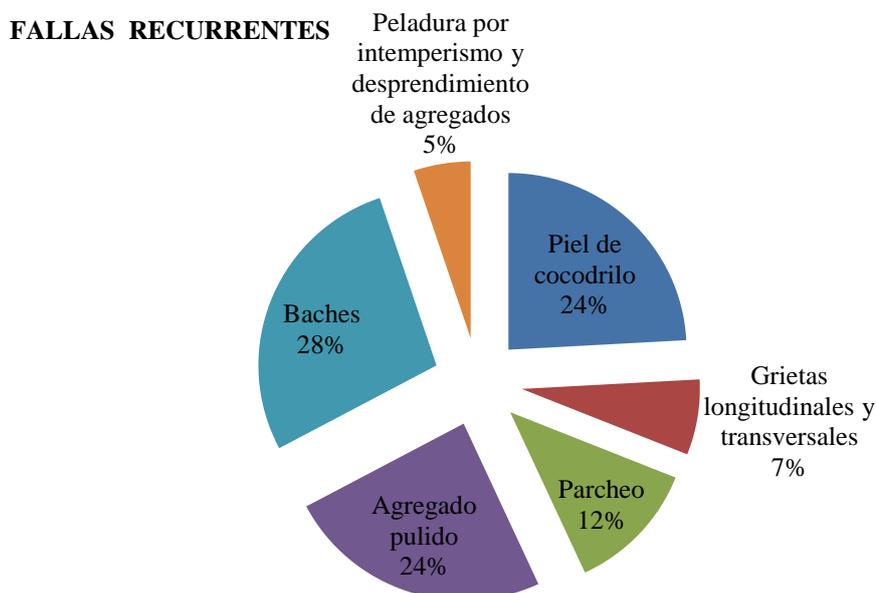


Gráfico 2: Recurrencia de fallas en la Av. Circunvalación Oeste. Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Nivel de severidad de la falla recurrente.

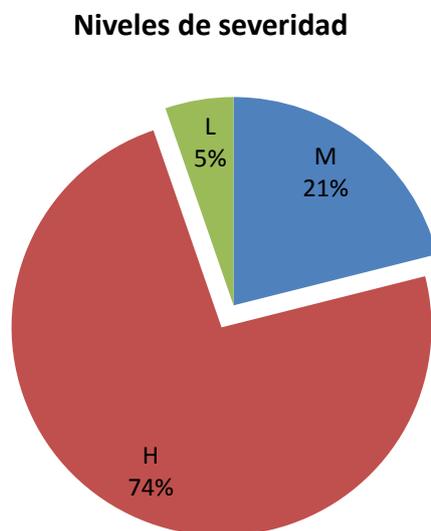
De las 6 fallas recurrentes contabilizadas, la que tiene mayor participación son los baches, es por ello que para determinar el nivel de severidad (bajo, medio y alto) se considera solamente a esta falla. Considerando la frecuencia con la que se repite y expresándolo en porcentaje. (Tabla N° 5)

**Tabla N° 10**

*Nivel de severidad de la Falla recurrente (baches) obtenidas de las 16 unidades de muestra en la Av. Circunvalación Oeste de la ciudad de Juliaca. Tramo Parque Cholo-Av. Ferrocarril. 2015*

Nivel de severidad	Frecuencia	Porcentaje
<b>M</b>	4	21
<b>H</b>	14	74
<b>L</b>	1	5
<b>Total</b>	19	100

*Nota:* Fuente: Elaboración propia.



*Grafico 3: Niveles de severidad de la falla más recurrente (Baches) en la Av. Circunvalación Oeste. Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.4. Valor PCI determinando su estado para su intervención.

**Tabla N° 11**

*Valor PCI por unidad de muestra y falla recurrente, clasificación de estado y tipo de intervención.*

AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD MUESTRA	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	FALLA RECURRENTE	m	CDV	PCI	DETERMINACIÓN DE ESTADO	ACCIÓN O TIPO DE INTERVENCIÓN
224,9	U - 001	00+000	00+017	Parcheo	7,7	38	62	Bueno	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 002	00+017	00+035	Agregado pulido	0,0	20	80	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 003	00+035	00+052	Baches	8,6	19	81	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 004	00+052	00+069	Grietas longitudinales y transversales	0,0	16	84	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 005	00+069	00+086	Agregado pulido	8,4	23	77	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 006	00+086	00+104	Agregado pulido	8,4	22	78	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 007	00+104	00+121	Piel de cocodrilo	8,4	23	77	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 008	00+138	00+156	Grietas longitudinales y transversales	0,0	10	90	Excelente	Mantenimiento menor
224,9	U - 009	00+138	00+156	Baches	8,3	44	56	Bueno	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 010	00+156	00+173	Grietas longitudinales y transversales	8,2	38	62	Bueno	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 011	00+173	00+190	Parcheo	8,0	33	67	Bueno	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 012	00+190	00+208	Agregado pulido	0,0	20	80	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 013	00+208	00+225	Agregado pulido	0,0	20	80	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 014	00+225	00+260	Agregado pulido	8,4	27	73	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 015	00+242	00+260	Agregado pulido	8,4	22	78	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 016	00+260	00+277	Agregado pulido	8,4	24	76	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 017	00+277	00+294	Parcheo	7,3	50	50	Regular	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 018	00+294	00+311	Agregado pulido	0,0	20	80	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 019	00+311	00+329	Agregado pulido	8,4	29	71	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 020	00+329	00+346	Piel de cocodrilo	6,1	50	50	Regular	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 021	00+346	00+363	Agregado pulido	0,0	19	81	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 022	00+363	00+381	Grietas longitudinales y transversales	6,4	57	43	Regular	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 023	00+381	00+398	Agregado pulido	8,4	26	74	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 024	00+398	00+415	Piel de cocodrilo	7,6	54	46	Regular	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 025	00+415	00+432	Piel de cocodrilo	7,2	39	61	Bueno	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 026	00+432	00+450	Piel de cocodrilo	5,6	58	42	Regular	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 027	00+450	00+467	Piel de cocodrilo	5,7	55	45	Regular	Mantenimiento mayor correctivo

224,9	U - 028	00+467	00+484	Piel de cocodrilo	4,6	67	33	Pobre	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 029	00+484	00+502	Baches	1,0	100	0	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 030	00+502	00+519	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	0,0	77	23	Muy Pobre	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 031	00+519	00+536	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	0,0	77	23	Muy Pobre	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 032	00+536	00+554	Baches	1,0	100	0	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 033	00+554	00+571	Baches	1,0	100	0	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 034	00+571	00+588	Baches	1,6	95	5	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 035	00+588	00+606	Baches	2,4	89	11	Muy Pobre	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 036	00+606	00+623	Agregado pulido	0,0	20	80	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 037	00+623	00+640	Baches	2,4	90	10	Muy Pobre	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 038	00+640	00+657	Baches	2,7	99	1	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 039	00+657	00+675	Piel de cocodrilo	3,6	80	20	Muy Pobre	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 040	00+675	00+692	Piel de cocodrilo	2,4	99	1	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 041	00+692	00+709	Baches	1,8	94	6	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 042	00+709	00+727	Piel de cocodrilo	2,4	95	5	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 043	00+727	00+744	Baches	1,0	100	0	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 044	00+744	00+761	Baches	1,4	98	2	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 045	00+761	00+778	Piel de cocodrilo	3,3	96	4	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 046	00+778	00+796	Piel de cocodrilo	5,0	79	21	Muy Pobre	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 047	00+796	00+813	Baches	1,0	100	0	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 048	00+813	00+830	Piel de cocodrilo	8,3	30	70	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 049	00+830	00+848	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	8,3	31	69	Bueno	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 050	00+848	00+865	Parcheo	0,0	26	74	Muy Bueno	Mantenimiento menor
224,9	U - 051	00+865	00+882	Baches	1,3	99	1	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 052	00+882	00+900	Piel de cocodrilo	4,5	99	1	Colapsado	Mantenimiento mayor efectivo
224,9	U - 053	00+900	00+917	Parcheo	6,8	56	44	Regular	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 054	00+917	00+934	Baches	7,3	44	56	Bueno	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 055	00+934	00+952	Parcheo	8,4	32	68	Bueno	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 056	00+952	00+969	Baches	5,8	54	46	Regular	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 057	00+969	00+986	Parcheo	7,7	49	51	Regular	Mantenimiento mayor correctivo
224,9	U - 058	00+986	01+003	Agregado pulido	8,4	25	75	Muy Bueno	Mantenimiento menor

Nota: Fuente: Elaboración propia.

**Promedio PCI = 46**

### Estado de Av. Circunvalacion Oeste

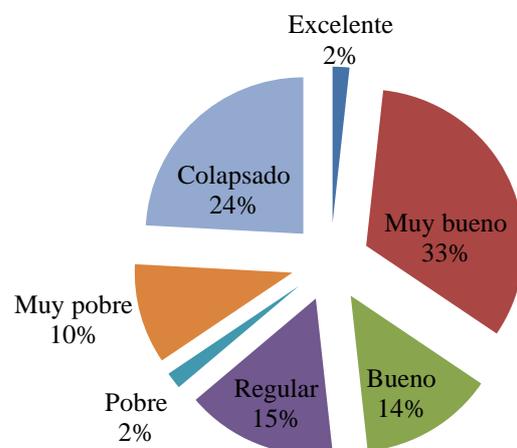


Grafico 4: Estado en el que se encuentra la Av. Circunvalación Oeste determinado por el método PCI.

Fuente: Elaboración propia.

### Acciones por unidades de muestra

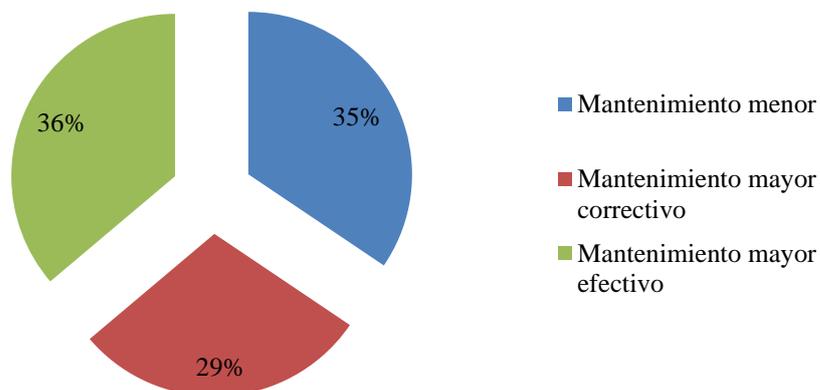


Grafico 5: Tipo de intervención según estado de unidad de muestra en la Av. Circunvalación Oeste.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.5. Resultados de ensayos adicionales.

### 4.5.1. Resultados de análisis flujo vehicular.

Tabla N° 12

Cuadro resumen de aforo vehicular.

TIPO DE VEHÍCULO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	%
Auto	300	496	385	399	316	344	316	2556	19.05
PICK UP	374	498	393	435	251	327	313	2592	19.32
Micro bus	312	437	357	385	305	322	314	2432	18.13
Buseta - Micro	67	106	61	81	73	62	75	524	3.91
B2	76	92	79	92	76	78	64	555	4.14
B3	104	105	91	104	82	73	67	626	4.67
C2	172	198	181	205	192	142	170	1260	9.39
C3	89	87	78	91	72	52	73	541	4.03
C4	57	55	54	35	48	19	17	285	2.12
T2-S1	16	12	5	0	3	1	2	39	0.29
T2-S2	39	41	38	43	81	27	16	285	2.13
T2-S3	75	43	44	47	43	35	31	318	2.37
T3-S1	10	0	1	0	0	0	1	12	0.09
T3-S2	12	19	17	19	69	10	14	160	1.19
T3-S3	109	134	129	124	78	119	148	841	6.27
C2-R2	7	9	8	9	49	12	11	106	0.79
C2-R3	8	9	8	10	19	2	18	74	0.55
C3-R2	10	25	22	26	23	8	18	132	0.98
C3-R3	0	0	0	0	77	0	0	77	0.58
Total	1836	2366	1950	2105	1856	1633	1668	13414	100

Nota: Fuente: Elaboración propia.

#### a. Cálculo de volumen de tránsito semanal (TS)

$$TS = \sum T(L - D) \quad Veh. Mixt/Sem \quad TS = 13414.147 \text{ Veh. Mixt/ Sem}$$

#### b. Cálculo de tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad Veh \text{ Mixt/Día} \quad TPDS = 1916.31 \text{ Veh. Mixt/ Día}$$

#### c. Día máximo de demanda

Lunes = 2366 Veh.

#### d. Hora máxima de demanda

Tabla N° 13

*Hora máxima de demanda por día.*

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
0. hrs	11	9	6	8	7	12	8
1 hrs	8	5	6	2	2	7	10
2 hrs	7	10	6	7	6	8	8
3 hrs	11	15	12	10	10	15	15
4 hrs	10	12	12	11	9	17	19
5 hrs	52	71	51	50	55	43	51
6 hrs	183	235	175	174	223	186	248
7 hrs	110	141	105	104	140	115	145
8 hrs	95	117	86	87	111	101	123
9 hrs	90	114	89	87	113	101	123
10 hrs	73	94	70	70	77	61	97
11 hrs	78	94	89	87	42	63	33
12 hrs	143	172	163	159	76	120	66
13 hrs	285	343	325	318	159	249	137
14 hrs	171	207	195	191	99	146	76
15 hrs	78	124	89	87	50	63	33
16 hrs	142	74	163	159	108	120	66
17 hrs	91	175	104	174	187	68	148
18 hrs	48	105	52	76	93	38	68
19 hrs	43	48	43	68	87	30	60
20 hrs	41	87	46	75	90	33	70
21 hrs	25	40	23	35	35	13	23
22 hrs	22	40	21	34	39	12	22
23 hrs	21	37	20	32	38	12	19

Nota: Fuente: Elaboración propia

#### e. Gráficos tipo de vehículo en función de la cantidad de los mismos.

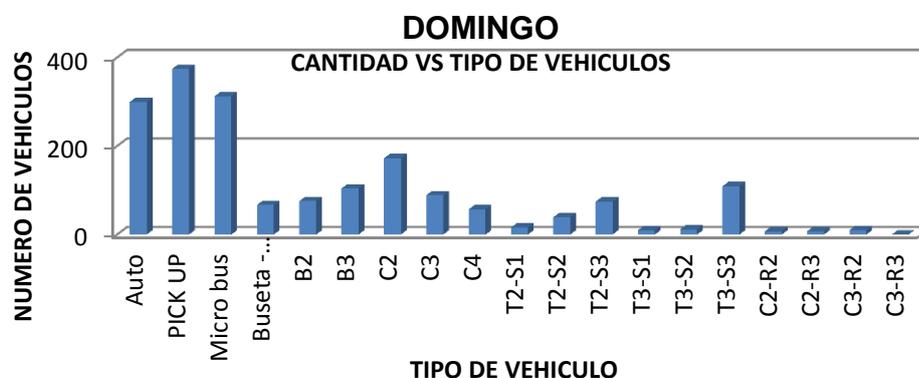


Grafico 6: Número de vehículos en función al tipo de vehículo en la Av. Circunvalación Oeste del día domingo. Fuente: Elaboración propia.

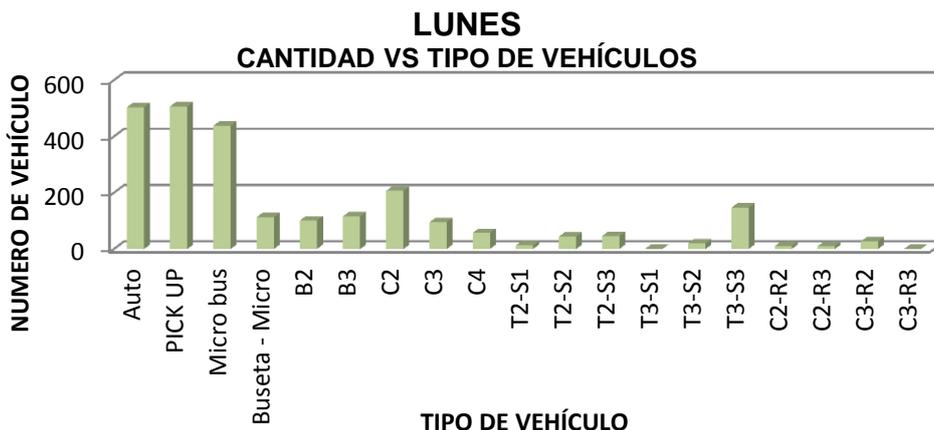


Grafico 7: Número de vehículos en función al tipo de vehículo en la Av. Circunvalación Oeste del día lunes. Fuente: Elaboración propia.

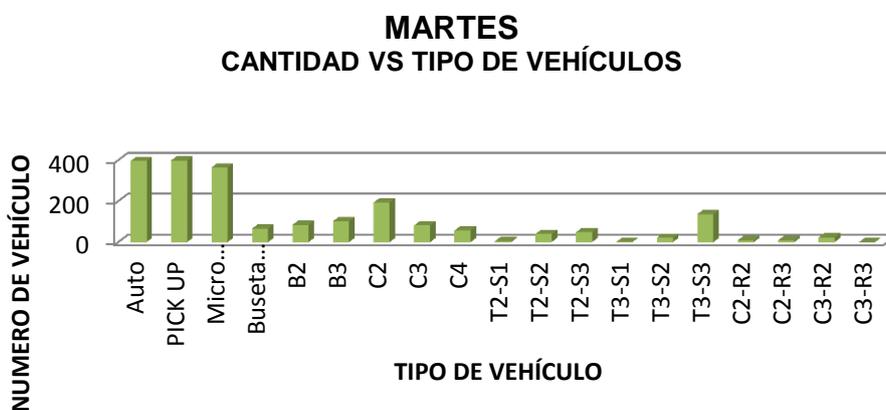


Grafico 8: Número de vehículos en función al tipo de vehículo en la Av. Circunvalación Oeste del día martes. Fuente: Elaboración propia.

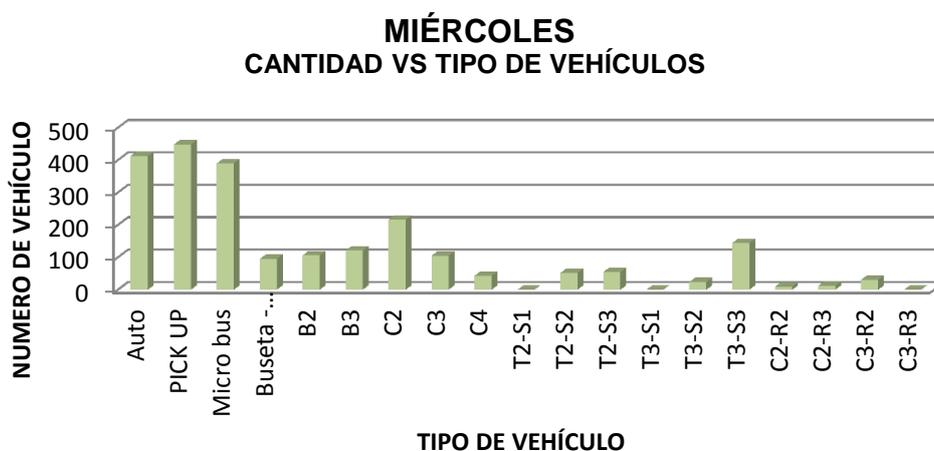


Grafico 9: Número de vehículos en función al tipo de vehículo en la Av. Circunvalación Oeste del día miércoles. Fuente: Elaboración propia.

### JUEVES CANTIDAD VS TIPO DE VEHÍCULOS

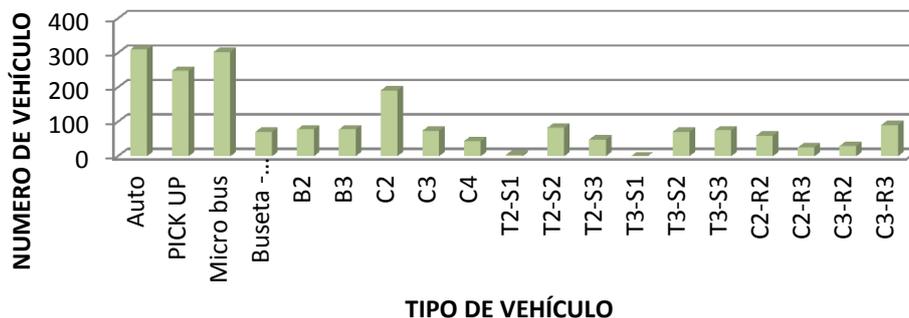


Grafico 10: Número de vehículos en función al tipo de vehículo en la Av. Circunvalación Oeste del día jueves. Fuente: Elaboración propia.

### VIERNES CANTIDAD VS TIPO DE VEHÍCULOS

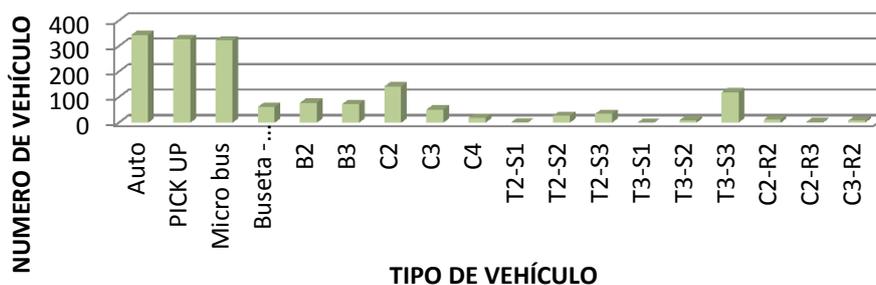


Grafico 11: Número de vehículos en función al tipo de vehículo en la Av. Circunvalación Oeste del día viernes. Fuente: Elaboración propia.

### SÁBADO CANTIDAD VS TIPO DE VEHÍCULOS

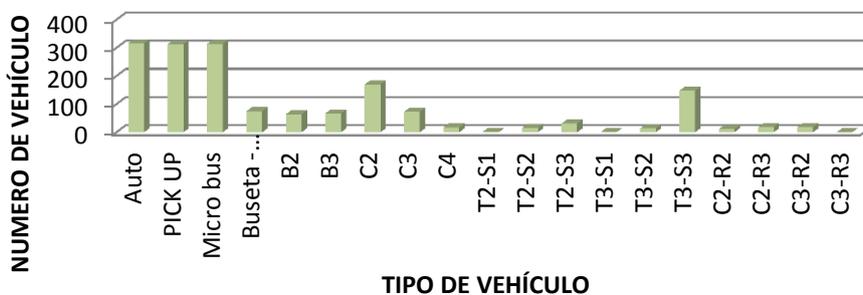


Grafico 12: Número de vehículos en función al tipo de vehículo en la Av. Circunvalación Oeste del día sábado. Fuente: Elaboración propia.

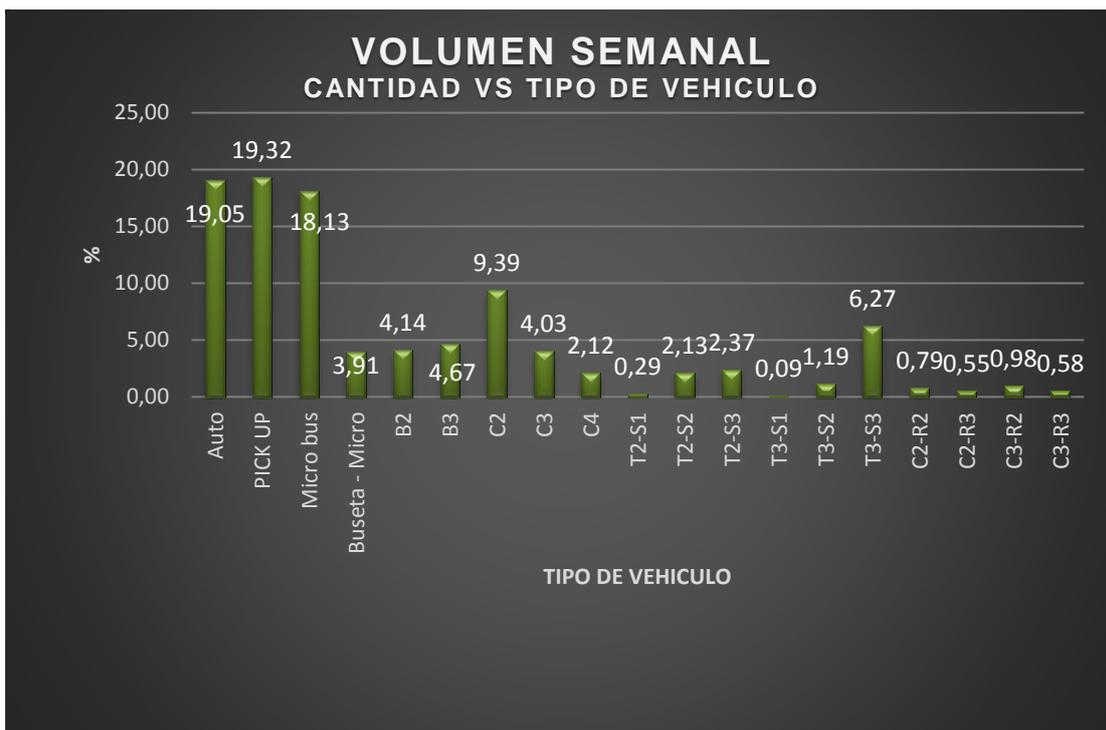


Grafico 13: Cantidad de vehículos en función al tipo de vehículo en la Av. Circunvalación Oeste del día semanal. Fuente: Elaboración propia.

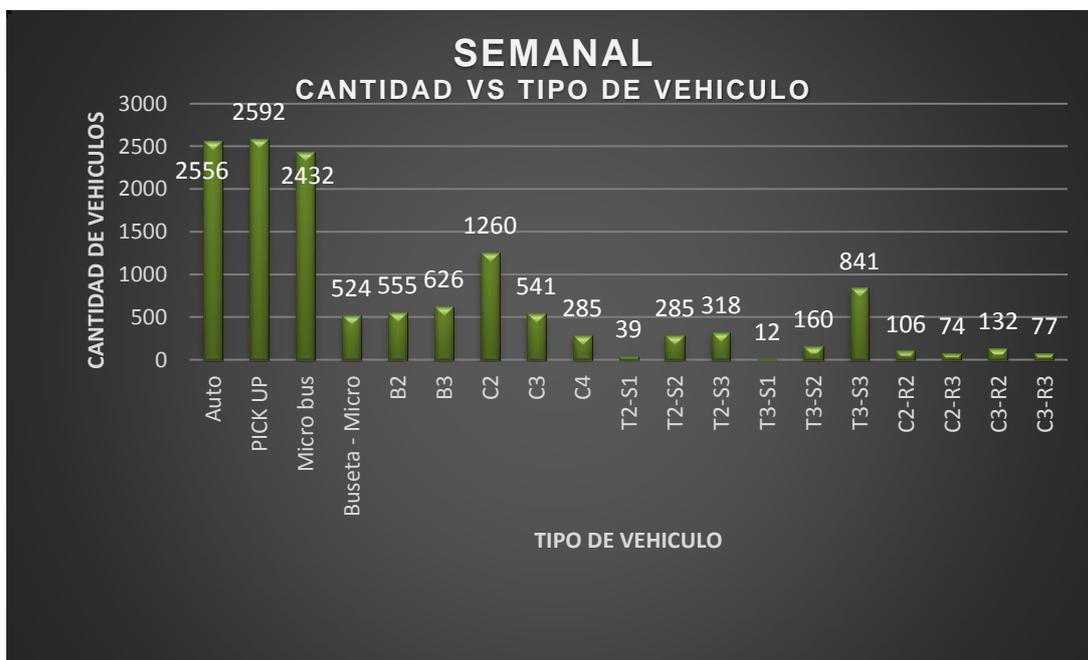


Grafico 14: Porcentaje de vehículos en función al tipo de vehículo en la Av. Circunvalación Oeste del día semanal. Fuente: Elaboración propia.

**f. Factor de crecimiento anual**Tasa de crecimiento ( $g$ ) = 0.045Años ( $n$ ) = 20

$$FCA = \frac{(1 + g)^n - 1}{g} \quad FCA = 31.37 \%$$

**g. IMD****-Desviación estándar muestral**Número de días por semana  $n=7$ Número de días del año  $N=365$ 

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TDi - TPDS)^2}{n - 1}} \quad S = 255.31 \text{ Veh.Mix./dia}$$

**-Desviación estándar poblacional**

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N - n}{N - 1}} \quad \sigma = 95.70$$

**h. Cálculo IMD**Nivel de confiabilidad  $k= 95\% = 1.96$ 

$$IMD = TDPS \pm K \times \sigma$$

IMDA + = 2104 Veh. Mixt/ dia  
IMDA - = 1729 Veh. Mixt/ dia

**i. Cálculo de ejes equivalentes (ESAL)**

IMDA = 2190

FS = 0.50

FC = 0.5

FP = 2.17

N = 365.00

FCA = 31.37

**Tabla N° 14***Cálculo de ejes equivalentes según tipo de vehículo.*

TIPO DE VEHICULO	IMDA	FS	FC	Fvp	FP	N	FCA	N° Rep EE
<b>Auto</b>	396	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	4030772.4
<b>PICK UP</b>	404	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	4087959.2
<b>Micro bus</b>	377	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	3835502.1
<b>Buseta - Micro</b>	80	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	827067.5
<b>B2</b>	89	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	875587.0
<b>B3</b>	101	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	986968.0
<b>C2</b>	195	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	1987163.8
<b>C3</b>	89	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	853368.5
<b>C4</b>	46	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	448881.0
<b>T2-S1</b>	6	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	61921.5
<b>T2-S2</b>	47	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	450039.5
<b>T2-S3</b>	51	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	500916.1
<b>T3-S1</b>	2	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	18453.0
<b>T3-S2</b>	25	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	251808.9
<b>T3-S3</b>	129	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	1326110.7
<b>C2-R2</b>	17	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	167108.2
<b>C2-R3</b>	13	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	116678.0
<b>C3-R2</b>	24	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	208259.1
<b>C3-R3</b>	12	0.5	0.5	1.62	2.17	365	31.37	121915.8
	2104							21,156,480.1

*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

IMDA : Índice medio diario anual

FS : Factor sentido

FC : Factor carril

FVC : Factor vehículo carril

FP : Factor presión neumático

N : Número de días del año

FCA : Factor crecimiento anual

N° Rep EE : Numero de repeticiones ejes equivalentes

#### 4.5.1. Resultados de lavado de asfalto.

Para realizar una comparación de los resultados obtenidos se debe contar con el diseño, pero con los datos obtenidos podemos hacer una comparación especificaciones de los agregados.

En esta parte se considera:

- Los porcentajes que pasan las mallas y que no están dentro del rango de las especificaciones de valores máximos y mínimos de granulometría.
- El porcentaje de asfalto calculado por diferencia de peso del agregado extraído, del contenido de humedad y del material mineral en el extracto. El contenido de asfalto se expresa como porcentaje en peso de las mezclas libres de humedad.

**Tabla N° 15**

*Resumen de contenido de asfalto y granulometría fuera de rango por muestra según ensayo de Lavado de Asfalto,*

	<b>Peso de la muestra</b>	<b>Contenido de asfalto (%)</b>	<b>Porcentajes fuera de rango</b>
<b>Muestra 01</b>	1 070 g	6,54	#80, #200
<b>Muestra 02</b>	1 122 g	6,42	#80, #200
<b>Muestra 03</b>	1 260 g	6,35	#200
<b>Muestra 04</b>	1 470 g	6,12	#200
<b>Muestra 05</b>	1 480 g	6,08	#40, #80, #200
<b>Muestra 06</b>	1 190 g	6,64	#10, #80, #200
<b>Muestra 07</b>	1 248 g	6,57	#10, #40, #80, #200
<b>Muestra 08</b>	1 130 g	6,19	#80, #200
<b>Muestra 09</b>	1 088 g	6,25	#80, #200
<b>Muestra 10</b>	1 170 g	6,03	#200

*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.2. Resultados ensayo Marshall.

El porcentaje de vacíos que deberá estar en un rango de 3 - 5 %, el VMA (Volumen de Mezcla Asfáltica) debe tener un mínimo de 14%, el flujo debe estar en el rango de 2 – 4mm, la estabilidad corregida debe tener un mínimo de 815 Kg.

**Tabla N° 16**

*Resumen de muestras y sus valores comparados según rangos permitidos por el ensayo Marshall.*

	<b>VACÍOS (3%-5%)</b>	<b>V.M.A (Min. 14%)</b>	<b>FLUJO (2mm-4mm)</b>	<b>ESTABILIDAD CORREGIDA (Min. 815 KG)</b>
<b>Muestra 01</b>	4.12	10.6	3.58	970
<b>Muestra 02</b>	3.79	10.2	3.44	935
<b>Muestra 03</b>	4.12	10.7	3.6	975
<b>Muestra 04</b>	7.87	14.1	3.45	935
<b>Muestra 05</b>	7.57	13.8	3.45	937

*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.3. Resultado deflectometria (viga Benkelman).

Vía derecha. En este caso la deflexión característica promedio en la vía es 101.5 X 10<sup>-2</sup> mm. Que es superior a la deflexión admisible (53 X 10<sup>-2</sup> mm). Los radios de curvatura en promedio nos dan 105. (MPSRJ, 2015, pg. 4)

Vía izquierda. En este caso la deflexión característica promedio en la vía es 112 X 10<sup>-2</sup> mm. Que es superior a la deflexión admisible (53 X 10<sup>-2</sup> mm). Los radios de curvatura en promedio nos dan 95. (MPSRJ, 2015, pg. 4)

## Capítulo V

### V. Conclusiones y recomendaciones.

#### 5.1 Conclusiones

Se ha determinado el estado en el que se encuentra el pavimento flexible de la Av. Circunvalación Oeste, que tiene dos carriles de 503m cada uno. El tramo de estudio consta de 58 unidades de muestra (29 por carril) obteniendo los siguientes resultados.

- De las 19 fallas tipificadas por el Método PCI, se tiene 8: Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamiento, grietas longitudinales y transversales, parcheo, agregado pulido, baches y peladura por intemperismo. 11 tipos de fallas no tienen presencia. Las fallas identificadas se encuentran distribuidas en diferentes unidades de muestra.
- De la aplicación del método PCI se determina que las fallas recurrentes son los baches siendo el 28% del total de fallas encontradas en el tramo de estudio, piel de cocodrilo 24% y agregado pulido también con un 24% Los demás tipos de fallas se presentan en menor porcentaje.
- Los baches encontrados tienen un nivel de severidad alto (H) encontrándose en un 74% del total de baches registrados, de acuerdo al grafico 3. Estas fallas se encuentran en mayor proporción en el carril derecho (dirección Parque Cholo – Av. Ferrocarril)

- Las fallas encontradas en la evaluación realizada a la Av. Circunvalación Oeste, no se presentan de manera generalizada en toda el área de estudio, por lo que se considera el valor PCI por unidades de muestra determinando su estado para su intervención. El promedio PCI obtenido de las 58 unidades de muestra es 46, siendo la condición de vía en general, Regular con tendencia a malo (0-40). La intervención que se tiene que hacer es el mantenimiento mayor efectivo también considerada como zona óptima de rehabilitación, puesto que la estructura del pavimento y su calidad de rodaje no se han deteriorado severamente conservando buena parte de su resistencia original. El 35% del total del estado de la vía es de buena a excelente. Y un 65% presenta fallas que necesitan ser atendidos, siendo estos en condiciones de colapsado 24%, muy pobre 10%, pobre 2%, y regular 15%.
- Los factores que incrementan los baches son las sobrecargas en los ejes de vehículos pesados (ESAL mayor al de diseño. Estos factores son determinantes en la performance del pavimento, por lo que deberían tomarse en cuenta para un futuro diseño. Se ha encontrado que el tráfico real (número de ejes equivalentes, EAL's) es mayor al tráfico que normalmente debe existir en una vía como esta. Esto se ha obtenido como resultado de evaluar los sobrepesos de los ejes de distintos tipos de camiones y la presión de inflado de ellos. Asimismo, se comprobó que en las zonas de baches el tráfico pesado empeora su situación. Por lo tanto, se puede concluir que uno de los factores que incrementa los baches es la sobrecarga de los vehículos, principalmente de los pesados. Por otro lado, respecto a las velocidades del flujo vehicular, los valores de mayor deformación permanente, son aquellos que coinciden con las zonas que contienen baches,

zona de parada/estacionamiento, entre otros. Los valores de deformación permanente plástica y el proceso rápido de evolución en dichos puntos, evidencia que la presencia de esta falla (bache), son un factor muy importante en la aparición y desarrollo del mismo.

- Para la prueba de lavado de asfalto todas las muestras presentan que los agregados finos no están dentro del rango de las especificaciones de valores mínimos de granulometría. Quiere decir que el pavimento analizado está perdiendo agregados finos.
- En el ensayo Marshall el porcentaje de vacíos en las muestras 04 y 05 no están dentro del margen establecido, están en una cantidad mayor al límite superior. Para el caso del V.M.A la muestra 04 es la única que cumple con el mínimo valor requerido. En cuanto al flujo y la estabilidad corregida todas las muestras cumplen con normado. Se considera que para un pavimento nuevo estos ensayos si deben cumplir con los parámetros establecidos en la normativa, pero para pavimentos que ya tienen un periodo de uso estos ensayos no cumplirán con la verificación de los materiales precisamente por haber perdido muchas de sus características iniciales. Quiere decir que los resultados podrían no ser significativamente representativas de los valores de laboratorio esperados. De acuerdo a la guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para verificación de calidad de materiales de un pavimento asfaltico
- De acuerdo al manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014) en su sección suelos y pavimentos, para los casos de la vía derecha e izquierda, la deflexión admisible es menor ( $53 \times 10^{-2}$  mm) a la obtenida en el ensayo ( $101.5 \times 10^{-2}$  mm), entonces se determina que existe una falla

estructural y de acuerdo con los resultados obtenidos de los radios de curvatura podemos decir que no es una falla estructural ya que estos superan el valor de 80. Por lo que concluimos que el pavimento necesita un refuerzo estructural para resistir el tráfico previsto y tomar en cuenta un adecuado plan de mantenimiento y drenaje. Para este caso el manual (MTC, 2015, pg. 205) de acuerdo al ábaco para cálculo de espesores de refuerzo en carpeta asfáltica (fig. 12.16) con los datos de deflexión y número de repeticiones de ejes equivalentes, recomienda un refuerzo de mezcla asfáltica en caliente de 12cm previamente deberá repararse el pavimento existente y hacer mejoras de drenaje.

## **5.2 Recomendaciones.**

- Para los baches existentes las medidas correctivas se basan en cuanto a la gravedad de los mismos (bajo, medio, alto), siendo para los baches con severidad baja y media una reparación por carpeta asfáltica con mezcla en caliente. Para baches con severidad alta es necesario una rehabilitación o reconstrucción, esto de acuerdo al Manual de Conservación vial. Para este caso corresponde esto último. EL 74% de los baches requieren rehabilitación, el 21% de severidad media y el 5% de severidad baja requieren reparación por carpeta asfáltica con mezcla en caliente.
- Para las fisuras en forma de piel de cocodrilo las medidas correctivas según el MTC, que tengan un nivel de severidad baja y media por carpeta asfáltica es con mezcla en caliente y para severidad alta rehabilitación o reconstrucción. Para este caso, corresponde: 68% requiere de rehabilitación o reconstrucción, el 21% de severidad media y el 11% de baja severidad requieren carpeta asfáltica

con mezcla en caliente porque se encuentran dentro una intervención de mantenimiento mayor correctivo.

- Agregado pulido. Los tramos afectados, sí corresponden a una capa de rodadura mayor que 5 cm, se fresan de inmediato. Si corresponden a un tratamiento superficial o microcarpeta, se aplica un nuevo tratamiento, con áridos (agregados) duros.
- Parcheo cuando se tiene severidad baja y media no se hace nada, para severidad alta se sustituye el parche. En este caso el 55% de parches es de severidad alta, que requiere ser cambiado, el 27% de severidad media y el 18 % de severidad baja no necesita intervención.
- Grietas longitudinales y transversales las medidas correctivas según el MTC para las fallas que tengan un nivel de severidad baja y media reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente y para severidad alta rehabilitación o reconstrucción. Las fallas de severidad alta representan el 45% que requiere un mantenimiento mayor correctivo. El 32% es de severidad media y el 23% de severidad baja. Estos últimos requiere una actividad de mantenimiento menor como es el sellado de grietas.
- Peladura por imtemperismo las medidas correctivas según el MTC para las fallas que tengan un nivel de severidad baja y media reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente y para severidad alta rehabilitación o reconstrucción. El 96% presenta severidad alta que necesita un mantenimiento mayor correctivo, es recuperación, reperfilado y recompactación de la base. Colocación de una capa correctiva (carpeta reniveladora) y una nueva capa de rodadura (carpeta o tratamiento superficial). El 4% de severidad media necesita nueva capa de rodamiento.

### **Para baches**

- Estas áreas con problemas deben ser reparadas con el objetivo de devolver la sustentación estructural original de la carretera y para proporcionar comodidad y seguridad. En función del área y profundidad afectadas, las labores que deben realizarse son:
- **Excavación:** Consiste en la excavación y remoción de todo aquel material inadecuado. La excavación del área tratada debe hacerse hasta el nivel.
- **Material de relleno:** Consistirá en la reposición de material extraído en la actividad de excavación, cuando la misma haya sido ejecutada hasta niveles inferiores a la sub-base. La reposición debe hacerse con materiales adecuados y aprobados por el supervisor. El nivel superior máximo de relleno en esta actividad, debe coincidir con el nivel inferior de la sub-base de la estructura existente.
- **Relleno con material de base triturada:** Es el material de base extraído del sitio de préstamo para reponer la estructura de pavimento que haya sido excavada. La profundidad máxima de colocación de la base, no debe exceder la cota fijada por el nivel inferior de la sub-base en la estructura existente y debe rellenarse hasta el nivel superior de la base.
- **Relleno con concreto asfáltico:** Consiste en la aplicación de un riego asfáltico para imprimación de la base previamente colocada; colocándole el concreto asfáltico en un espesor, que luego de ser compactado, quede al mismo nivel de la superficie de rodadura existente. El nivel inferior de colocación del concreto asfáltico debe coincidir por lo menos con el nivel inferior de la carpeta existente. El proceso seleccionado debe ser previamente autorizado por el supervisor. El método de dosificación y control será el Método Marshall (AASHTO T-245).

### **Para grietas longitudinales y transversales.**

El sello de fisuras y grietas es una actividad de mantenimiento preventivo y se debe realizar cuando éstas se han reflejado claramente en el pavimento, las cuales pueden aparecer longitudinal o transversalmente en la línea de rodadura, con propósito de impermeabilizar las capas que forman la estructura del pavimento, evitando inicialmente la falla tipo piel de cocodrilo y luego la formación de baches.

Esta actividad no podrá ser ejecutada en los siguientes casos:

- En áreas donde las grietas formen bloques interconectados de carácter poliédrico, semejante a la piel de cocodrilo, cuya formación se debe en mayor parte a la fatiga del pavimento que es ocasionada por el sobrepeso en los ejes vehiculares.
- Cuando existan deflexiones en las grietas, lo cual muestra que ya existe un daño en la base.
- Cuando los pavimentos se encuentren excesivamente deteriorados o muestren altas zonas con bacheo menor o mayor. Las fisuras y grietas que deben sellarse no tienen que superar los 12 mm de ancho. Las que sobrepasen esta medida, serán tratadas con el procedimiento adecuado.

## Referencias.

- American Society for Testing and Materials. (2004). Norma ASTM D 6433 - 07 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. EE.UU: ASTM International
- American Society for Testing and Materials. (2004). Traducción español. Norma ASTM 5340-98 método de evaluación del PCI.
- Becerra, M. (2012). Tópicos de Pavimentos de Concreto Diseño, Construcción y Supervisión. Lima: El autor. Recuperado el 30 de enero de 2015, de <http://download1140.mediafire.com/o1a5hegfoarg/8m2zpgt8vbmthmr/LIBRO+COMPLETO+CON+INDICE+2012.pdf>
- Camposano, J. E. & Garcia, K. V. (2012). Diagnóstico del estado situacional de la vía: Av. Argentina – Av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos-2012. Universidad Peruana de los Andes, Huancayo, Perú.
- Castro, D. J. (2003). Propuesta de gestión de pavimentos para la ciudad de Piura. Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX (2003). “Manual de Firmes con Capas Tratadas con Cemento”. Varios autores. IECA - CEDEX. Manuales y Recomendaciones CEDEX. R14.
- Corea y asociados. (2008). Manual para la revisión de diseño de pavimentos. Nicaragua.
- Coronado, J (2002). Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Guatemala.

- Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009). Manual de Evaluación de Pavimentos. Venezuela: El Autor. Recuperado el 15 de febrero de 2015, de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf>
- Gutierrez, Wilfredo. (1994). Índice de Condición del Pavimento. Método de Evaluación de Pavimentos Asfálticos.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C. y Baptista, P. (2003). Metodología de la investigación (3ª ed.) [CD]. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana.
- Jugo, A. (2005). Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles. Venezuela.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). Manual de ensayo de materiales- EM 2000. Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall MTC E 540, Perú: El ministerio
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento flexible empleando la viga Benkelman MTC E 1002 – 2000, Perú: El ministerio
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2007). Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras. Lima, Perú: El ministerio
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, Perú: El ministerio
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos, Perú: El ministerio

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual del usuario evalpav - software para evaluación de pavimentos en carreteras y aeropuertos de superficie asfáltica, y carreteras no pavimentadas, Perú: El ministerio
- Montejo Fonseca, Alfonso (2008). Ingeniería de pavimentos. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Municipalidad Provincial de San Román. Sub gerencia estudios y proyectos (2015). Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Circunvalación Oeste entre (Av. Héroe de la guerra del Pacifico - Av. Independencia) de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román - Puno. Juliaca, Perú: La municipalidad.
- Rico, Alfonso., Del Castillo, Hermilio. (2011). La Ingeniería de los suelos en las vías terrestres. Mexico: LIMUSA.
- Roco, V., Fuentes, C. & Valverde, P. Evaluación de la resistencia al deslizamiento en pavimentos chilenos. Chile
- Rodríguez, E. D. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de castilla. Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Rodriguez, M. E. & Rodriguez, M. J. (2004). Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje. Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Rondón, H. Reyes, F. (2007). Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: tendencias, alcances y limitaciones. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 17(2), 41-65.
- Sánchez, F. (2010). Módulo 18: evaluación de pavimentos.

- Sánchez, S. F (2010). Módulo 18 Evaluación de Pavimentos. Recuperado de [http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina\\_via/modulos/MODULO%2018.pdf](http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina_via/modulos/MODULO%2018.pdf)
- Secretaria de Integración Económica de Centroamérica. (2010). Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial. Recuperado el 25 de marzo del 2015, de <http://www.info-gir.org/documentos/manualcarreteras/files/manual%20centroamericano%20de%20mantenimiento%20de%20carreteras.pdf>
- Shahin, M., Walther, J (1990). Pavement Maintenance Management for Roads and Streets Using the PAVER System. U.S. Government printing office.
- Vásquez, L. (2002). Manual Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales: El autor. Recuperado el 20 de febrero de 2015, de <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>

## **Anexos.**

## **Anexo A**

**Hojas de registro sector Parque Cholo- Av.  
Ferrocarril, carril derecho.Unidad de muestra U-  
030 hasta U-058**

#### 4.1. Resultados sector Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo

##### Unidad de muestra U-001

La unidad de muestra U-001 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas fueron: parcheo de mediana y alta severidad.

La falla recurrente es parcheo registrada 2 veces.

El nivel de severidad de la falla recurrente es alto (H) para esta unidad de muestra. Los valores deducidos son: 27, 21, y 12, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 38, dando como resultado un valor PCI de 62. Esto corresponde a un pavimento bueno. La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

**Tabla N° 1**

*Hoja de registro de la unidad de muestra U-001, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste*

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433(2003)													
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			72L					
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km 00+000			001								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO								
IZQUIERDO		Km00+017			224.9 m <sup>2</sup>								
INSPECCIONADO POR							FECHA						
DANTE GREGORY CONZA CCOPA							25 de octubre 2015						
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches			72L 72L 72L 72L				
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea							
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento							
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento							
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento							
						19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	H	5.2									5.2	2.3	27
11	M	10.4									10.4	4.6	21
12		110.5									110.5	49.1	12

Nota: Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 2**

*Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.*

#	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV
1	27	21	7.7	55.7	3	35
2	27	21	2	50.0	2	38
3	27	2	2	31.0	1	31

Nota: Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 3**

*Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-001.*

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	CDV	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	1	00+000	00+017	7.7	38	62	Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-002

La unidad de muestra U-002 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

La falla recurrente es agregado pulido registradas 2 veces.

El nivel de severidad de la falla recurrente no está definido para esta unidad de muestra. El valor deducido es: 20, su máximo valor deducido corregido a 20, dando como resultado un valor PCI de 80. Esto corresponde a un pavimento muy bueno. La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 4

Hoja de registro de la unidad de muestra U-002, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		12H		12M				
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+017		002								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL		ÁREA DE MUESTREO								
IZQUIERDO		Km00+035		224.9 m <sup>2</sup>								
INSPECCIONADO POR				FECHA								
DANTE GREGORY CONZA CCOCA				25 de octubre 2015								
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12		221								221	98.3	20

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 5

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV	
1	20	0	20.0	1	20

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 6

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-002.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	2	00+017	00+035	0.0	20	80	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.





### Unidad de muestra U-005

La unidad de muestra U-005 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: grietas longitudinales y parches. Además se registró grietas longitudinales de mediana severidad.

La falla recurrente es agregado pulido registrada 1 vez con mayor área de incidencia. El nivel de severidad de la falla recurrente no es considerado para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 9, 1, 0 y 20, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 23, dando como resultado un valor PCI de 77. Esto corresponde a un pavimento muy bueno. La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 13

Hoja de registro de la unidad de muestra U-005, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)										
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		IZL	IOL	IOL		
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+069		005						
CARRIL		PROGRESIVA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
IZQUIERDO		Km00+086		224.9 m <sup>2</sup>						
INSPECCIONADO POR				FECHA						
DANTE GREGORY CONZA CCOPA				25 de octubre 2015						
DANOS										
1. Piel de cocodrilo		7. Grieta de borde		13. Baches						
2. Exudación		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque		9. Desnivel carril-berma		15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos		10. Grietas longitudinales y transversales		16. Desplazamiento						
5. Corrugación		11. Parcheo		17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión		12. Agregado pulido		18. Hinchamiento						
				19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	L	0.4	34.0					34.4	15.3	9.0
10	M	1.5						1.5	0.7	1.0
11	L	0.3						0.3	0.1	0.0
12		224.9						224.9	100.0	20.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 14

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV		
1	20.0	9.0	8.4	37.3	3	22
2	20.0	9.0	2.0	31.0	2	22
3	20.0	2.0	2.0	24.0	1	23

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 15

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-005.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	5	00+069	00+086	8,4	23	77	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

## Unidad de muestra U-006

La unidad de muestra U-006 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: grietas longitudinales y baches. La falla recurrente es agregado pulido registrada 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente no está definido para esta unidad de muestra. Los valores deducidos son: 9, 20 y 0, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 22, dando como resultado un valor PCI de 78. Esto corresponde a un pavimento muy bueno. La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 16

Hoja de registro de la unidad de muestra U-006, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO								
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+086		006								
CARRIL IZQUIERDO		PROGRESIVA FINAL		ÁREA DE MUESTREO								
INSPECCIONADO POR DANTE GREGORY CONZA CCOPA		Km00+104		224.9 m <sup>2</sup>								
				FECHA								
				25 de octubre 2015								
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Baches										
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea										
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril-berma	15. Ahuellamiento										
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento										
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Fisura parabólica o por deslizamiento										
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento										
		19. Desprendimiento de agregados										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	L	17.3								17.3	7.7	9.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
13	L	0.1								0.1	0.0	0.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 17

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	9 20 8.4	38.4	3	22
2	9 20 2	31.0	2	21
3	9 2 2	13.0	1	13

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 18

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-006.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	6	00+086	00+104	8.4	22	78	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-007

La unidad de muestra U-007 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: grietas longitudinales y baches. Además se registró piel de cocodrilo de mediana severidad.

La falla recurrente es piel de cocodrilo registrada 1 vez, con más incidencia.

El nivel de severidad de la falla recurrente es bajo (L) para esta unidad de muestra. Los valores deducidos son: 19, 7 y 3, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 23, dando como resultado un valor PCI de 77. Esto corresponde a un pavimento muy bueno. La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 19

Hoja de registro de la unidad de muestra U-007, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA												
ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO								
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+104		007								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL		ÁREA DE MUESTREO								
IZQUIERDO		Km00+121		224.9 m <sup>2</sup>								
INSPECCIONADO POR				FECHA								
DANTE GREGORY CONZA CCOPA				25 de octubre 2015								
DANOS												
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Baches										
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea										
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril-berma	15. Ahuellamiento										
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento										
5. Corrugación	11. Parqueo	17. Fisura parabólica o por deslizamiento										
6. Depresión	12. Agregado puído	18. Hinchamiento										
		19. Desprendimiento de agregados										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	1.6								1.6	0.7	19.0
10	L	6.3	8.0							14.3	6.4	7.0
13	L	0.1	0.2							0.3	0.2	3.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 20

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	19 7 8.4	34.4	3	21
2	19 7 2	28.0	2	21
3	19 2 2	23.0	1	23

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 21

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-007.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	7	00+104	00+121	8.4	23	77	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.



### Unidad de muestra U-009

La unidad de muestra U-009 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: grietas longitudinales y baches. Además se registró grietas longitudinales y transversales, parcheo y baches de mediana severidad. Las fallas recurrentes son los baches registradas 4 veces. El nivel de severidad de la falla recurrente es media (M) para esta unidad de muestra. Los valores deducidos son: 8, 16, 20, 21 y 18, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 44, dando como resultado un valor PCI de 56. Esto corresponde a un pavimento bueno. La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 25

Hoja de registro de la unidad de muestra U-009, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO								
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+138		009								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL		ÁREA DE MUESTREO								
IZQUIERDO		Km00+156		224.9 m <sup>2</sup>								
INSPECCIONADO POR				FECHA								
DANTE GREGORY CONZA CCOPA				25 de octubre 2015								
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berna			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	L	17.3								17.3	7.7	8.0
10	M	17.3								17.3	7.7	16.0
11	M	2.0	6.3							8.3	3.7	20.0
13	L	0.3	0.9	1.3						2.5	1.1	21.0
13	M	1.0								1.0	0.4	18.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 26

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV				
1	21.0	20.0	18.0	16.0	8.3	83.3	5	43
2	21.0	20.0	18.0	16.0	2.0	77.0	4	44
3	21.0	20.0	18.0	2.0	2.0	63.0	3	41
4	21.0	20.0	2.0	2.0	2.0	47.0	2	35
5	21.0	2.0	2.0	2.0	2.0	29.0	1	39

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 27

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-009.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	9	00+138	00+156	8.3	44	56	Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-010

La unidad de muestra U-010 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas son: grietas longitudinales y transversales de mediana severidad y agrietamiento en bloque de alta severidad.

Las fallas recurrentes son grietas longitudinales y transversales registradas 2 veces. El nivel de severidad de la falla recurrente es medio (M) para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 22, 20, y 18, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 38, dando como resultado un valor PCI de 62. Esto corresponde a un pavimento bueno.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 28

Hoja de registro de la unidad de muestra U-010, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			m <sup>2</sup>				
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+156			010							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO							
IZQUIERDO		Km00+173			224.9 m <sup>2</sup>							
INSPECCIONADO POR		FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA		25 de octubre 2015										
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo		7. Grieta de borde		13. Baches								
2. Exudación		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de vía ferrea								
3. Agrietamiento en bloque		9. Desnivel carril-berma		15. Ahuellamiento								
4. Abultamientos y hundimientos		10. Grietas longitudinales y transversales		16. Desplazamiento								
5. Corrugación		11. Parcheo		17. Fisura parabólica o por deslizamiento								
6. Depresión		12. Agregado pulido		18. Hinchamiento								
				19. Desprendimiento de agregados								
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	M	13.0	17.3							30.3	13.5	22.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
3	H	10.4								10.4	4.6	18.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 29

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	22.0	20.0	8.2	50.2
2	22.0	20.0	2.0	44.0
3	22.0	2.0	2.0	26.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 30

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-010.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	10	00+156	00+173	8.2	38	62	Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-011

La unidad de muestra U-011 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

La falla encontrada con nivel de severidad bajo es: bacheo. Además se registró parcheo de mediana severidad.

Las fallas recurrente es parcheo registrada 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente es media (M) para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 24, 20 y 1, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 33, dando como resultado un valor PCI de 67. Esto corresponde a un pavimento bueno.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 31

Hoja de registro de la unidad de muestra U-011, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO																															
CARRERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA																															
ASTM D 6433(2003)																															
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">#2</div> <div style="margin: 0 10px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">#11</div> </div>																							
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+173			011																										
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO																										
IZQUIERDO		Km00+190			224,9 m <sup>2</sup>																										
INSPECCIONADO POR		FECHA																													
DANTE GREGORY CONZA CCOPA		01 de noviembre 2015																													
DAÑOS																															
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 33%;">7. Grieta de borde</td> <td style="width: 33%;">13. Baches</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>9. Desnivel carril-berma</td> <td>15. Ahuellamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamientos y hundimientos</td> <td>10. Grietas longitudinales y transversales</td> <td>16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>11. Parcheo</td> <td>17. Fisura parabólica o por deslizamiento</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión</td> <td>12. Agregado pulido</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> </table>											1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Baches	2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía férrea	3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril-berma	15. Ahuellamiento	4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento	5. Corrugación	11. Parcheo	17. Fisura parabólica o por deslizamiento	6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento			19. Desprendimiento de agregados
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Baches																													
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía férrea																													
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril-berma	15. Ahuellamiento																													
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento																													
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Fisura parabólica o por deslizamiento																													
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento																													
		19. Desprendimiento de agregados																													
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																			
11	M	13.8								13.8	6.1	24.0																			
12		224.9								224.9	100.0	20.0																			
13	L	0.1								0.1	0.0	1.0																			

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 32

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV
1	24.0	20.0	8.0	52.0	3	33
2	24.0	20.0	2.0	46.0	2	33
3	24.0	2.0	2.0	28.0	1	28

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 33

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-011.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	11	00+173	00+190	8.0	33	67	Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.



### Unidad de muestra U-013

La unidad de muestra U-013 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

La falla recurrente es agregado pulido registradas 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente no está definido para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos es: 20 y como máximo valor deducido corregido a 20, dando como resultado un valor PCI de 80. Esto corresponde a un pavimento muy bueno.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

#### Tabla N° 37

Hoja de registro de la unidad de muestra U-013, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)														
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				12				
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+208				013								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO								
IZQUIERDO		Km00+225				224.9 m <sup>2</sup>								
INSPECCIONADO POR						FECHA								
DANTE GREGORY CONZA CCOPA						01 de noviembre 2015								
DAÑOS														
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches								
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea								
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento								
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento								
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento								
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento								
						19. Desprendimiento de agregados								
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12		224.9										224.9	100.0	20.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

#### Tabla N° 38

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	20	20.0	1	20

Nota: Fuente: Elaboración propia.

#### Tabla N° 39

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-013.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	13	00+208	00+225	0.0	20	80	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-014

La unidad de muestra U-014 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas fueron: grietas longitudinales y transversales de mediana severidad. Además de agregado pulido.

La falla recurrente es agregado pulido registrada 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente no está definido para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 16, y 20, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 27, dando como resultado un valor PCI de 73. Esto corresponde a un pavimento muy bueno.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 40

Hoja de registro de la unidad de muestra U-014, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO								
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+225		014								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL		ÁREA DE MUESTREO								
IZQUIERDO		Km00+242		224.9 m <sup>2</sup>								
INSPECCIONADO POR				FECHA								
DANTE GREGORY CONZA CCOPA				01 de noviembre 2015								
DANOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	M	17.3								17.3	7.7	16.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 41

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	20.0	8.4	28.4	21
2	20.0	2.0	22.0	27

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 42

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-014.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	14	00+225	00+260	8.4	27	73	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-015

La unidad de muestra U-015 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas fueron: grietas longitudinales y transversales de mediana severidad. Además de agregado pulido.

La falla recurrente es agregado pulido registrada 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente no está definido para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 6, y 20, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 22, dando como resultado un valor PCI de 78. Esto corresponde a un pavimento muy bueno.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 43

*Hoja de registro de la unidad de muestra U-015, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste*

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)										
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		12		1000		
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+242		015						
CARRIL		PROGRESIVA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
IZQUIERDO		Km00+260		224.9 m <sup>2</sup>						
INSPECCIONADO POR				FECHA						
DANTE GREGORY CONZA CCOPA				01 de noviembre 2015						
DANOS										
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Baches								
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía férrea								
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril-berma	15. Ahuellamiento								
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento								
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Fisura parabólica o por deslizamiento								
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento								
		19. Desprendimiento de agregados								
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	M	4.9						4.9	2.2	6.0
12		224.9						224.9	100.0	20.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 44

*Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.*

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	20.0	8.4	28.4	2
2	20.0	2.0	22.0	1

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 45

*Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-015.*

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	15	00+242	00+260	8.4	22	78	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-016

La unidad de muestra U-016 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: baches. Además se registró grietas longitudinales y transversales de mediana severidad. Y agregado pulido.

La falla recurrente es agregado pulido registrado 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente no está definido para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 10, 20, y 3, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 24, dando como resultado un valor PCI de 76. Esto corresponde a un pavimento muy bueno. La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 46

*Hoja de registro de la unidad de muestra U-016, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste*

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			12			
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+260				016						
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO						
IZQUIERDO		Km00+277				224.9 m <sup>2</sup>						
INSPECCIONADO POR						FECHA						
DANTE GREGORY CONZA CCOPA						01 de noviembre 2015						
DANOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía ferrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	M	9.1								9.1	4.1	10.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
13	L	0.1	0.2							0.3	0.1	3.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 47

*Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.*

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	20.0	10.0	8.4	38.4
2	20.0	10.0	2.0	32.0
3	20.0	2.0	2.0	24.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 48

*Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-016.*

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	16	00+260	00+277	8.4	24	76	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-017

La unidad de muestra U-017 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas fueron: parcheo y grietas longitudinales de mediana y alta severidad respectivamente. Además de agregado pulido.

Las fallas recurrente es parcheo registrada 1 vez, con mayor incidencia.

El nivel de severidad de la falla recurrente es medio (M) para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 26, 31 y 20, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 50, dando como resultado un valor PCI de 50. Esto corresponde a un pavimento regular.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 49

Hoja de registro de la unidad de muestra U-017, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)													
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				224.9 m <sup>2</sup>		
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+277				017						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO						
IZQUIERDO			Km00+294				224.9 m <sup>2</sup>						
INSPECCIONADO POR							FECHA						
DANTE GREGORY CONZA CCOPA							01 de noviembre 2015						
DANOS													
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Baches											
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea											
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril-berma	15. Ahuellamiento											
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento											
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Fisura parabólica o por deslizamiento											
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento											
		19. Desprendimiento de agregados											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	H	14.6									14.6	6.5	26.0
11	M	21.9									21.9	9.7	31.0
12		224.9									224.9	100.0	20.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 50

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	31.0	26.0	7.3	50
2	31.0	26.0	2.0	45
3	31.0	2.0	2.0	36

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 51

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-017.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	17	00+277	00+294	7.3	50	50	Regular

Nota: Fuente: Elaboración propia.



### Unidad de muestra U-019

La unidad de muestra U-019 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas fueron: grietas longitudinales y transversales de alta severidad. Además de agregado pulido.

La falla recurrente es agregado pulido registrada 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente no está definido para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 19 y 20, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 29, dando como resultado un valor PCI de 71. Esto corresponde a un pavimento muy bueno.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 55

Hoja de registro de la unidad de muestra U-019, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)													
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO								
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+311			019								
CARRIL IZQUIERDO		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO								
IZQUIERDO		Km00+329			224.9 m <sup>2</sup>								
INSPECCIONADO POR		FECHA											
DANTE GREGORY CONZA CCOPA		01 de noviembre 2015											
DANOS													
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Baches					
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de junta				14. Cruce de vía férrea					
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril-berma				15. Ahuellamiento					
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento					
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Fisura parabólica o por deslizamiento					
6. Depresión				12. Agregado pulido				18. Hinchamiento					
								19. Desprendimiento de agregados					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	H	2.3	2.8	2.9							8.0	3.6	19.0
12		224.9									224.9	100.0	20.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 56

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	20.0	8.4	28.4	2
2	20.0	2.0	22.0	1

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 57

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-019.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	19	00+311	00+329	8.4	29	71	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.



### Unidad de muestra U-021

La unidad de muestra U-021 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: baches. Además de agregado pulido.

La falla recurrente es agregado pulido registrada 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente no está definido para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 20 y 0, como máximo valor deducido corregido a 20, dando como resultado un valor PCI de 80. Esto corresponde a un pavimento muy bueno.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 61

Hoja de registro de la unidad de muestra U-021, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			12				
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+346			021							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO							
IZQUIERDO		Km00+363			224.9 m <sup>2</sup>							
INSPECCIONADO POR						FECHA						
DANTE GREGORY CONZA CCOPA						08 de noviembre 2015						
DANOS												
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Baches										
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía férrea										
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril-berma	15. Ahuellamiento										
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento										
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Fisura parabólica o por deslizamiento										
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento										
		19. Desprendimiento de agregados										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12		224.9								224.9	100.0	20.0
13	L	0.0								0.0	0.0	0.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 62

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV	
1	20	0.0	20.0	1	20

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 63

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-021.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	21	00+346	00+363	0.0	19	81	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.



### Unidad de muestra U-023

La unidad de muestra U-023 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas fueron: grietas longitudinales de alta severidad. Además de agregado pulido.

La falla recurrente es agregado pulido debido a que es registrada 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente no está definido para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 15 y 20, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 26, dando como resultado un valor PCI de 74. Esto corresponde a un pavimento muy bueno.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 67

Hoja de registro de la unidad de muestra U-023, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			12	100H		
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+381			023						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO						
IZQUIERDO			Km00+398			224.9 m <sup>2</sup>						
INSPECCIONADO POR						FECHA						
DANTE GREGORY CONZA CCOA						08 de noviembre 2015						
DANOS												
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Baches										
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía férrea										
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril-berma	15. Ahuellamiento										
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento										
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Fisura parabólica o por deslizamiento										
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento										
		19. Desprendimiento de agregados										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10	H	5.0						5.0	2.2	15.0		
12		224.9						224.9	100.0	20.0		

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 68

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV	
1	20.0	8.4	30.1	2	26
2	20.0	2	22.0	1	23

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 69

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-023.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	23	00+381	00+398	8.4	26	74	Muy Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.



### Unidad de muestra U-025

La unidad de muestra U-025 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas fueron: piel de cocodrilo y baches de mediana severidad. Además de parcheo de alta severidad. La falla recurrente es piel de cocodrilo registrada 2 veces. El nivel de severidad de la falla recurrente es media (M) para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 32, 19 y 8, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 39, dando como resultado un valor PCI de 61. Esto corresponde a un pavimento bueno.

La acción de intervención requerida será el mantenimiento rutinario. y/o preventivo menor.

### Tabla N° 73

Hoja de registro de la unidad de muestra U-025, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO							
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+415			025							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO							
IZQUIERDO		Km00+432			224.9 m <sup>2</sup>							
INSPECCIONADO POR					FECHA							
DANTE GREGORY CONZA CCOA					08 de noviembre 2015							
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Baches				
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de junta				14. Cruce de vía férrea				
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril-berma				15. Aluallamiento				
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento				
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Fisura parabólica o por deslizamiento				
6. Depresión				12. Agregado pulido				18. Hinchamiento				
								19. Desprendimiento de agregados				
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	2.4	4.2							6.6	3.0	32.0
11	H	2.4								2.4	1.1	19.0
13	M	0.4								0.4	0.2	8.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 74

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV
1	32.0	19.0	7.2	58.2	3	38
2	32.0	19.0	2.0	53.0	2	39
3	32.0	2.0	2.0	36.0	1	37

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 75

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-025.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	25	00+415	00+432	7.2	39	61	Bueno

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-026

La unidad de muestra U-026 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fue: piel de cocodrilo. Piel de cocodrilo y grietas longitudinales de alta severidad. Además de agregado pulido.

La falla recurrente es piel de cocodrilo registrado 2 veces,

El nivel de severidad de la falla recurrente es alto (H) para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 50, 14, 18 y 20, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 58, dando como resultado un valor PCI de 42. Esto corresponde a un pavimento regular. La acción de intervención requerida será el mantenimiento local para piel de cocodrilo y grietas longitudinales.

### Tabla N° 76

Hoja de registro de la unidad de muestra U-026, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA												
ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			12			11
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+432			026						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO						
IZQUIERDO			Km00+450			224.9 m <sup>2</sup>						
INSPECCIONADO POR						FECHA						
DANTE GREGORY CONZA CCOPA						08 de noviembre 2015						
DANOS												
1. Piel de cocodrilo 2. Exudación 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamientos y hundimientos 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril-berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Agregado pulido 13. Baches 14. Cruce de vía ferrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Fisura parabólica o por deslizamiento 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados												
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	9.0								9.0	4.0	50.0
1	L	3.3								3.3	1.5	14.0
10	H	6.9								6.9	3.1	18.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 77

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	50.0	20.0	18.0	5.6
2	50.0	20.0	18.0	2.0
3	50.0	20.0	2.0	2.0
4	50.0	2.0	2.0	2.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 78

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-026.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	26	00+432	00+450	5.6	58	42	Regular

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-027

La unidad de muestra U-027 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas fueron: piel de cocodrilo, grietas longitudinales y agrietamiento de bloque de alta severidad. Además de agregado pulido.

La falla recurrente es piel de cocodrilo registrada 1 vez.

El nivel de severidad de la falla recurrente es alto (H) para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 49, 12, 20 y 9, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 55, dando como resultado un valor PCI de 45. Esto corresponde a un pavimento regular. La acción de intervención requerida será el mantenimiento localizado para piel de cocodrilo, grietas longitudinales y agrietamiento de bloque.

### Tabla N° 79

Hoja de registro de la unidad de muestra U-027, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				12		
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+450				027						
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO						
IZQUIERDO		Km00+467				224.9 m <sup>2</sup>						
INSPECCIONADO POR						FECHA						
DANTE GREGORY CONZA CCOPA						08 de noviembre 2015						
DANOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía ferrea			10H 10H 10H 10H			
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	8.4								8.4	3.7	49.0
10	H	1.0	1.1	1.2						3.3	1.5	12.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
3	H	0.7	3.4							4.1	1.8	9.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 80

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	49.0 20.0 12.0 5.7	86.7	4	50
2	49.0 20.0 12.0 2.0	83.0	3	55
3	49.0 20.0 2.0 2.0	73.0	2	54
4	49.0 2.0 2.0 2.0	55.0	1	50

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Tabla N° 81

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-027.

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	27	00+450	00+467	5.7	55	45	Regular

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### Unidad de muestra U-028

La unidad de muestra U-028 tiene 224.9 m<sup>2</sup> y pertenece al carril izquierdo.

Las fallas encontradas fueron: piel de cocodrilo, grietas longitudinales y desprendimiento de agregados de alta severidad. Además de agregado pulido.

La falla recurrente es piel de cocodrilo registrada 7 veces.

El nivel de severidad de la falla recurrente es alto (H) para esta unidad de muestra.

Los valores deducidos son: 61, 18, 20, y 14, los cuales se reducen como máximo valor deducido corregido a 67, dando como resultado un valor PCI de 33. Esto corresponde a un pavimento pobre. La acción de intervención requerida será reconstrucción parcial para piel de cocodrilo, grietas longitudinales y desprendimiento de agregados.

**Tabla N° 82**

*Hoja de registro de la unidad de muestra U-028, sección Parque Cholo- Av. Ferrocarril, carril izquierdo, Av. Circunvalación Oeste*

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)														
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO								
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+467				028								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO								
IZQUIERDO		Km00+484				224.9 m <sup>2</sup>								
INSPECCIONADO POR						FECHA								
DANTE GREGORY CONZA CCOPA						08 de noviembre 2015								
DANOS														
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches								
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía ferrea								
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento								
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento								
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento								
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento								
						19. Desprendimiento de agregados								
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	1.1	1.3	1.7	2.4	4.3	4.4	6.5				21.7	9.7	61.0
10	H	1.2	1.4	2.0	2.3							6.9	3.1	18.0
12		224.9										224.9	100.0	20.0
19	H	1.5										1.5	0.7	14.0

Nota: Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 83**

*Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) de la unidad de muestra U-001.*

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	61.0	20.0	18.0	4.6	103.6	4	58
2	61.0	20.0	18.0	2.0	101.0	3	64
3	61.0	20.0	2.0	2.0	85.0	2	62
4	61.0	2.0	2.0	2.0	67.0	1	67

Nota: Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 84**

*Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-028.*

ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
224.9	28	00+467	00+484	4.6	67	33	Pobre

Nota: Fuente: Elaboración propia.



## **Anexo B**

**Hojas de registro sector Parque Cholo- Av.  
Ferrocarril, carril derecho. Unidad de muestra  
U-030 hasta U-058**





MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			12H				
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+606			036							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO							
DERECHO		Km00+623			224.9 m2							
INSPECCIONADO POR		FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA		15 de noviembre 2015										
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
12		224.9							224.9	100.0	19.0	

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			12H				
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+623			037							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO							
DERECHO		Km00+640			224.9 m2							
INSPECCIONADO POR		FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA		15 de noviembre 2015										
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	H	8.6							8.6	3.8	49.0	
10	H	9.4							9.4	4.2	20.0	
11	H	20.8							20.8	9.2	49.0	
12		224.9							224.9	100.0	20.0	
13	H	1.0	1.0	1.6	6.0				9.6	4.3	85.0	

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			12H				
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+640			038							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO							
DERECHO		Km00+657			224.9 m2							
INSPECCIONADO POR		FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA		15 de noviembre 2015										
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	H	7.3	10.4	12.8	18.9	51.9			101.3	45.1	81.0	
12		224.9							224.9	100.0	20.0	
13	H	3.0	5.3						8.3	3.7	81.0	
19	H	0.7	4.0						4.7	2.1	21.0	

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA												
ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO					
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+657				039					
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO					
DERECHO			Km00+657				224,9 m2					
INSPECCIONADO POR							FECHA					
DANTE GREGORY CONZA CCOPA							15 de noviembre 2015					
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde				13. Baches					
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta				14. Cruce de vía férrea					
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma				15. Ahuellamiento					
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento					
5. Corrugación			11. Parqueo				17. Fisura parabólica o por deslizamiento					
6. Depresión			12. Agregado pulido				18. Hinchamiento					
							19. Desprendimiento de agregados					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	55.4								55.4	24.6	72.0
11	H	2.1	9.6							11.7	5.2	37.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
19	H	2.2								2.2	1.0	16.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA												
ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO					
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+657				040					
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO					
DERECHO			Km00+692				224,9 m2					
INSPECCIONADO POR							FECHA					
DANTE GREGORY CONZA CCOPA							22 de noviembre 2015					
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde				13. Baches					
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta				14. Cruce de vía férrea					
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma				15. Ahuellamiento					
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento					
5. Corrugación			11. Parqueo				17. Fisura parabólica o por deslizamiento					
6. Depresión			12. Agregado pulido				18. Hinchamiento					
							19. Desprendimiento de agregados					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	13.8	26.7	102.1						142.6	63.4	85.0
11	H	10.5								10.5	4.7	35.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
13	H	2.4	4.8							7.2	3.2	78.0
19	H	0.8	1.2	2.4	3.4	3.7	4.8	4.9		21.2	9.4	40.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA												
ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO					
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+692				041					
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO					
DERECHO			Km00+709				224,9 m2					
INSPECCIONADO POR							FECHA					
DANTE GREGORY CONZA CCOPA							22 de noviembre 2015					
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde				13. Baches					
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta				14. Cruce de vía férrea					
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma				15. Ahuellamiento					
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento					
5. Corrugación			11. Parqueo				17. Fisura parabólica o por deslizamiento					
6. Depresión			12. Agregado pulido				18. Hinchamiento					
							19. Desprendimiento de agregados					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	L	5.4								5.4	2.4	4.0
13	H	3.3	9.0							12.3	5.5	91.0
19	H	1.3	9.1	15.3	19.5	28.6	36.3			110.1	49.0	69.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			19H		19H		
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+709			042							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO							
DERECHO		Km00+727			224.9 m <sup>2</sup>							
INSPECCIONADO POR					FECHA							
DANTE GREGORY CONZA CCOPA					22 de noviembre 2015							
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Baches				
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de junta				14. Cruce de vía férrea				
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril-berma				15. Ahuellamiento				
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento				
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Fisura parabólica o por deslizamiento				
6. Depresión				12. Agregado pulido				18. Hinchamiento				
								19. Desprendimiento de agregados				
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	147.1								147.1	65.4	85.0
11	H	10.3	17.4							27.7	12.3	56.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
19	H	12.2	18.4	24.7						55.3	24.6	60.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			19H		19H		
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+727			043							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO							
DERECHO		Km00+744			224.9 m <sup>2</sup>							
INSPECCIONADO POR					FECHA							
DANTE GREGORY CONZA CCOPA					22 de noviembre 2015							
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Baches				
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de junta				14. Cruce de vía férrea				
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril-berma				15. Ahuellamiento				
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento				
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Fisura parabólica o por deslizamiento				
6. Depresión				12. Agregado pulido				18. Hinchamiento				
								19. Desprendimiento de agregados				
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	6.0								6.0	2.7	44.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
13	H	29.2								29.2	13.0	100.0
19	H	148.8								148.8	66.2	71.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			12L		19H		
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL		Km00+744			044							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTREO							
DERECHO		Km00+761			224.9 m <sup>2</sup>							
INSPECCIONADO POR					FECHA							
DANTE GREGORY CONZA CCOPA					22 de noviembre 2015							
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Baches				
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de junta				14. Cruce de vía férrea				
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril-berma				15. Ahuellamiento				
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento				
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Fisura parabólica o por deslizamiento				
6. Depresión				12. Agregado pulido				18. Hinchamiento				
								19. Desprendimiento de agregados				
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	3.9								3.9	1.7	38.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
13	H	0.6	0.7	4.7	9.0					15.0	6.7	96.0
19	H	7.7								7.7	3.4	26.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433(2003)													
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO						
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+761				045						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO						
DERECHO			Km00+778				224,9 m2						
INSPECCIONADO POR			FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA			22 de noviembre 2015										
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches							
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea							
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento							
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento							
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento							
						19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	69.2									69.2	4.1	75.0
10	H	5.0									5.0	2.2	15.0
12		224.9									224.9	100.0	20.0
13	H	0.7	2.1	3.1							5.9	2.6	73.0
13	M				0.6						0.6	0.3	12.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433(2003)													
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO						
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+778				046						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO						
DERECHO			Km00+796				224,9 m2						
INSPECCIONADO POR			FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA			22 de noviembre 2015										
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches							
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea							
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento							
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento							
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento							
						19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	3.4	5.8	5.9							15.1	6.7	56.0
12		224.9									224.9	100.0	20.0
13	H	2.2									2.2	1.0	51.0
19	H	0.4									0.4	0.2	8.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433(2003)													
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO						
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+796				047						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO						
DERECHO			Km00+813				224,9 m2						
INSPECCIONADO POR			FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA			22 de noviembre 2015										
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches							
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea							
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento							
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento							
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento							
						19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	M	25.2									25.2	11.2	33.0
12		224.9									224.9	100.0	20.0
13	H	7.6	11.0								18.6	8.3	100.0
19	H	1.2									1.2	0.5	13.0



MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA												
ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO					
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+865				051					
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO					
DERECHO			Km00+882				224.9 m2					
INSPECCIONADO POR			FECHA									
DANTE GREGORY CONZA CCOPA			29 de noviembre 2015									
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	3.0	12.0							15.0	6.7	56.0
11	H	9.0	30.7							39.7	17.7	65.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
13	H	4.0	12.0							16.0	7.1	97.0
19	H	2.7	26.5							29.2	13.0	46.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA												
ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO					
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+882				052					
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO					
DERECHO			Km00+900				224.9 m2					
INSPECCIONADO POR			FECHA									
DANTE GREGORY CONZA CCOPA			29 de noviembre 2015									
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	0.7	9.9	11.8						22.4	10.0	62.0
11	H	4.3	5.3	7.0	11.8					28.5	12.7	57.0
19	H	6.4	8.6	41.6						56.6	25.2	60.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA												
ASTM D 6433(2003)												
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO					
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+900				053					
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO					
DERECHO			Km00+917				224.9 m2					
INSPECCIONADO POR			FECHA									
DANTE GREGORY CONZA CCOPA			29 de noviembre 2015									
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento						
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	H	11.8								11.8	5.2	37.0
11	L	2.4								2.4	1.1	2.0
12		224.9								224.9	100.0	20.0
13	M	0.8								0.8	0.4	16.0
19	H	0.9	1.1	1.5	2.7					6.2	2.8	23.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433(2003)													
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				2L	13M	
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+917				054						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO						
DERECHO			Km00+934				224.9 m2						
INSPECCIONADO POR			FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA			29 de noviembre 2015										
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches							
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea							
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento							
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento							
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento							
						19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	1.0									1.0	0.4	15.0
11	L	4.9									4.9	2.2	4.0
12		224.9									224.9	100.0	20.0
13	M	2.2									2.2	1.0	31.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433(2003)													
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				2L	19M	
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+934				055						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO						
DERECHO			Km00+952				224.9 m2						
INSPECCIONADO POR			FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA			29 de noviembre 2015										
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches							
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea							
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento							
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento							
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento							
						19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	H	2.1									2.1	0.9	19.0
12		224.9									224.9	100.0	20.0
19	H	0.5									0.5	0.2	9.0
19	M	2.4									2.4	1.1	7.0

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433(2003)													
SECCIÓN			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				23M	13M	
PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL			Km00+952				056						
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO						
DERECHO			Km00+969				224.9 m2						
INSPECCIONADO POR			FECHA										
DANTE GREGORY CONZA CCOPA			29 de noviembre 2015										
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Baches							
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de vía férrea							
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril-berma			15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento							
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Fisura parabólica o por deslizamiento							
6. Depresión			12. Agregado pulido			18. Hinchamiento							
						19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12		224.9									224.9	100.0	20.0
13	H	1.8									1.8	0.8	48.0
13	M	0.8									0.8	0.4	16.0



## **Anexo C**

### **Registro de fallas encontradas**



*Figura 1: Abultamientos y hundimientos U-032. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 2: Agrietamiento en bloque U-004, U-010, U-027, .Fuente: Elaboración propia*



*Figura 3: Peladura por intemperismo U-028 hasta U-034, U-038 hasta U-044, U-046 hasta U-049, U-051 hasta U-053, U-055 y U-057. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 4: Grietas longitudinales y transversales U-004 hasta U-010, U-014 hasta U-017, U-019 hasta U-020, U-022 hasta U-023, U-026 hasta U-028, U-037 y U-045. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5: Grietas longitudinales y transversales U-004 hasta U-010, U-014 hasta U-017, U-019 hasta U-020, U-022 hasta U-023, U-026 hasta U-028, U-037 y U-045. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 6: Parcheo U-001, U-005, U-009, U-011, U-017, U-025, U-035, U-037, U-039, U-040 hasta U-042, U-047, U-050 hasta U-055 y U-057. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 7: Parcheo U-001, U-005, U-009, U-011, U-017, U-025, U-035, U-037, U-039, U-040 hasta U-042, U-047, U-050 hasta U-055 y U-057. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 8: Agregado pulido U-001, U-002, U-005, U-006, U-010 hasta U-024, U-026 hasta U-029, U-032 hasta U-040, U-042 hasta U-048, U-05 y U-053 hasta U-058. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 9: Piel de cocodrilo U-007, U-020, U-022, U-024 hasta U-029, U-034, U-035, U-037 hasta U-040, U-042 hasta U-046, U-048, U-049, U-051, U-052 y U-054. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 10: Baches U-003, U-006, U-007, U-009, U-011, U-016, U-020, U-021, U-024, U-025, U-029, U-032 hasta U-035, U-037, U-38, U-040, U-041, U-043 hasta U-047, U-051, U-053, U-054 y U-056 hasta U-058. Fuente: Elaboración propia*

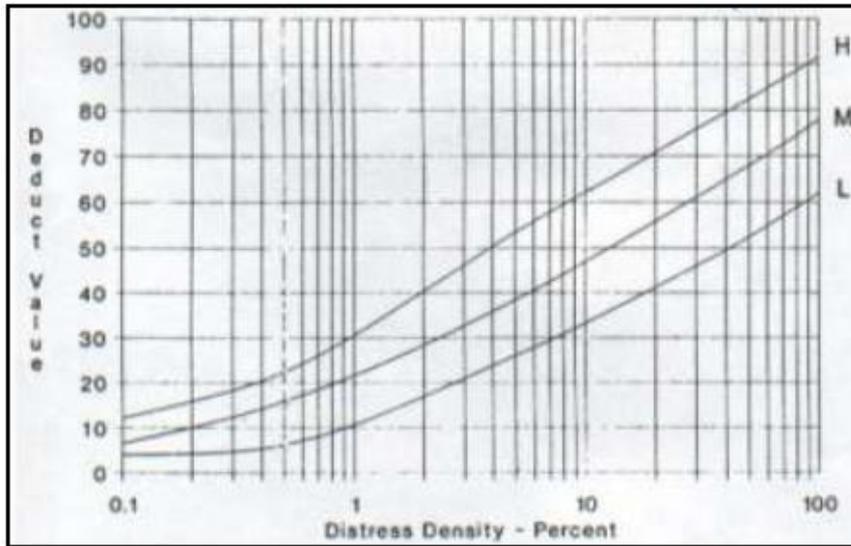


*Figura 11: Baches U-003, U-006, U-007, U-009, U-011, U-016, U-020, U-021, U-024, U-025, U-029, U-032 hasta U-035, U-037, U-38, U-040, U-041, U-043 hasta U-047, U-051, U-053, U-054 y U-056 hasta U-058. Fuente: Elaboración propia*

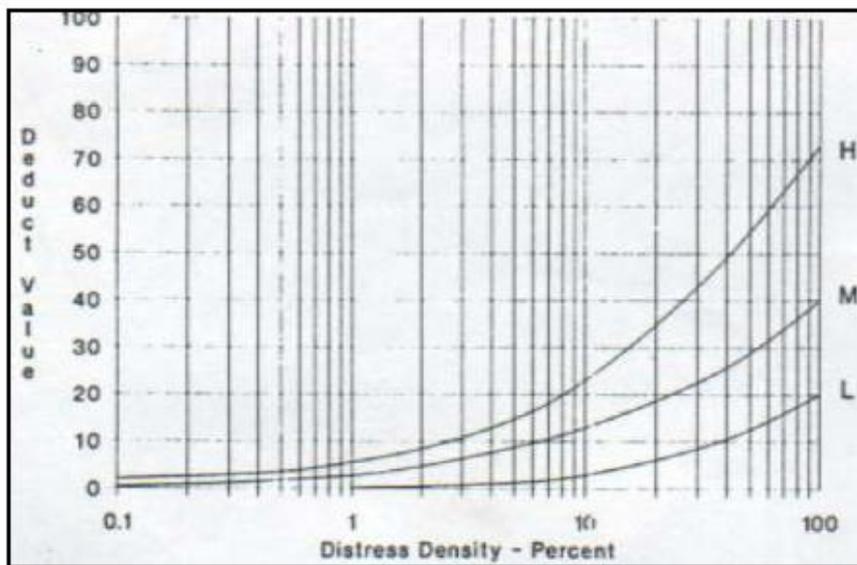
## **Anexo D**

### **Curvas de valor deducido**

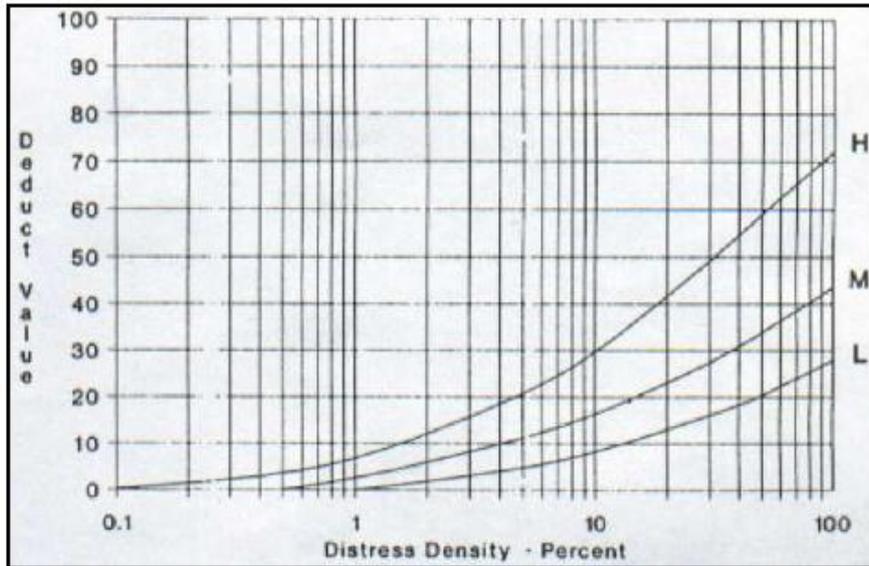
## 1. Piel de Cocodrilo



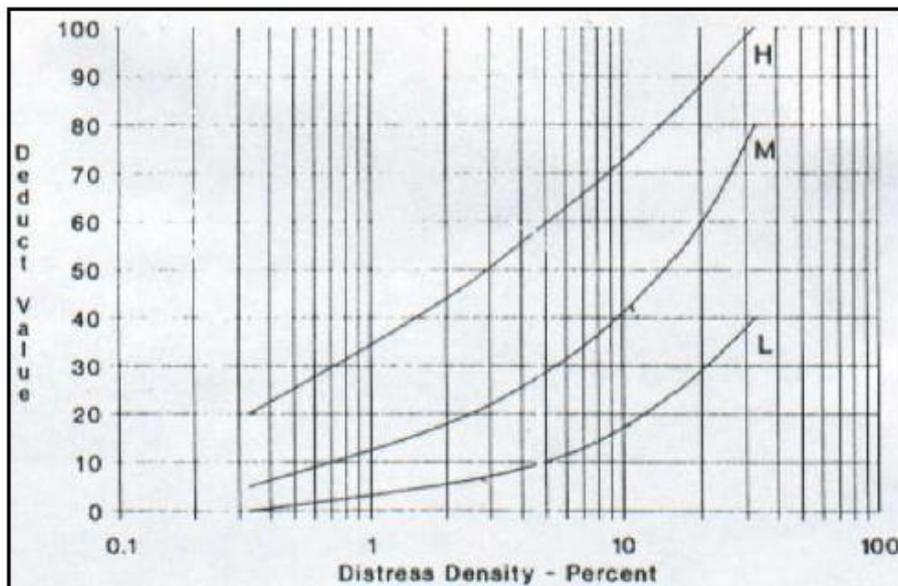
## 2. Exudación



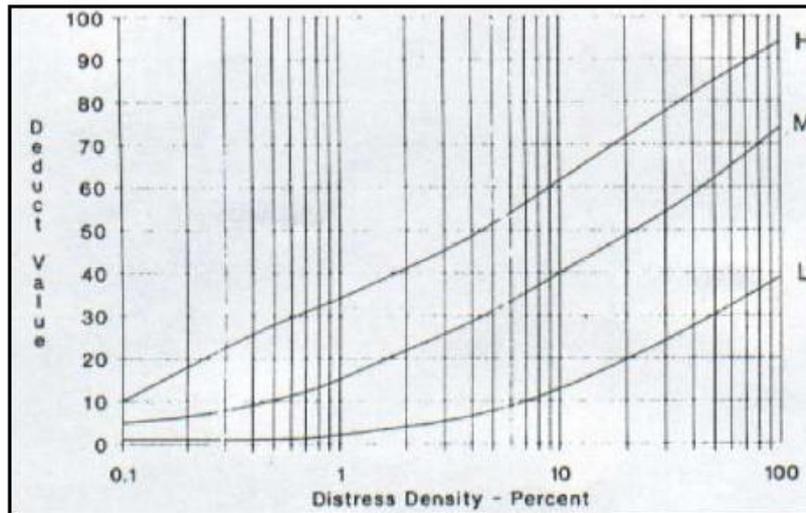
## 3. Fisuras en bloque



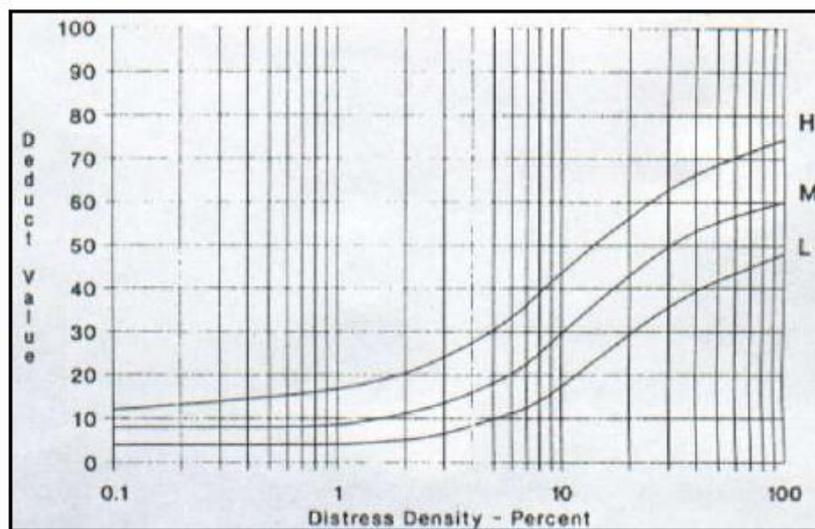
## 4. Abultamientos y hundimientos



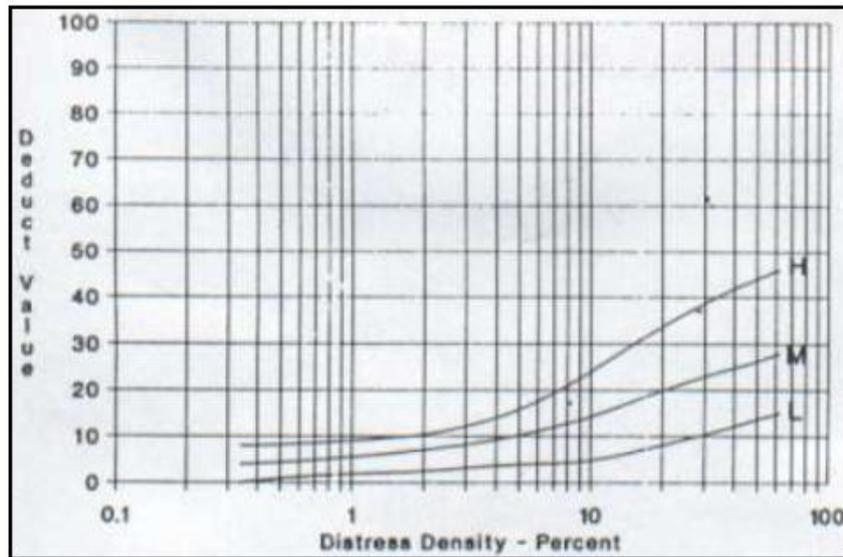
## 5. Corrugación



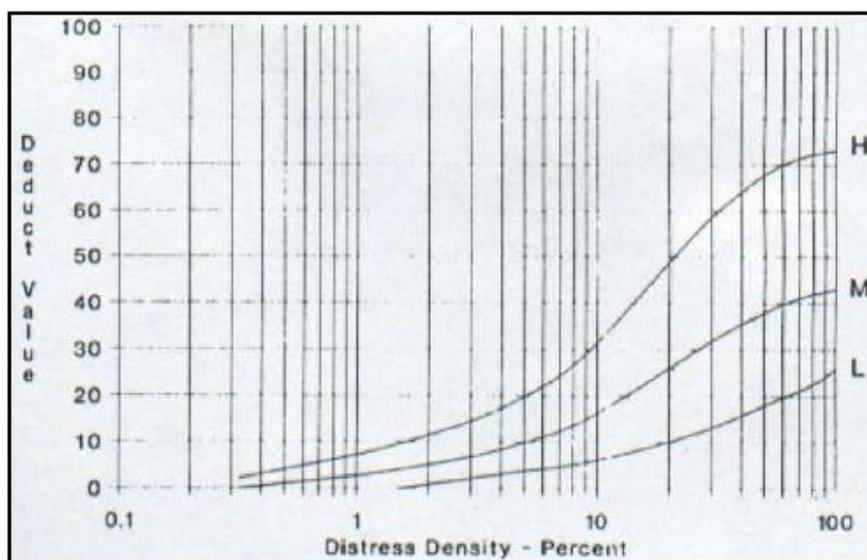
## 6. Depresión



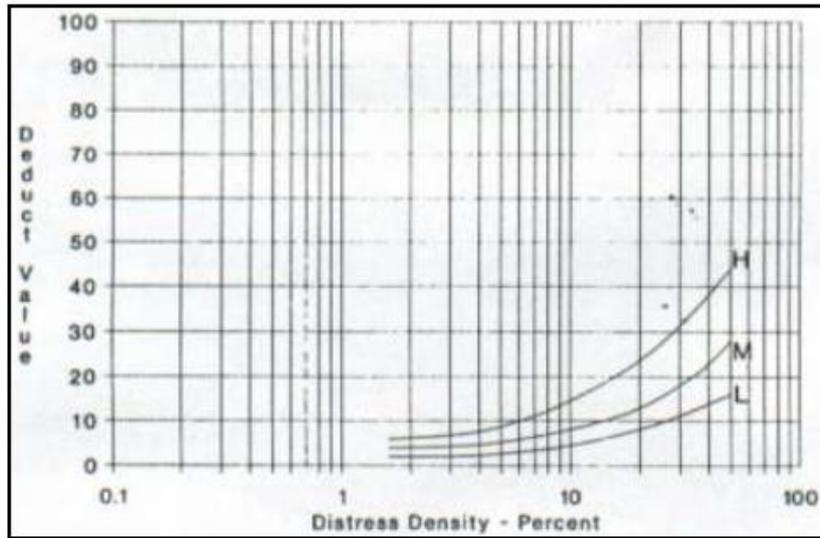
## 7. Fisuras de borde



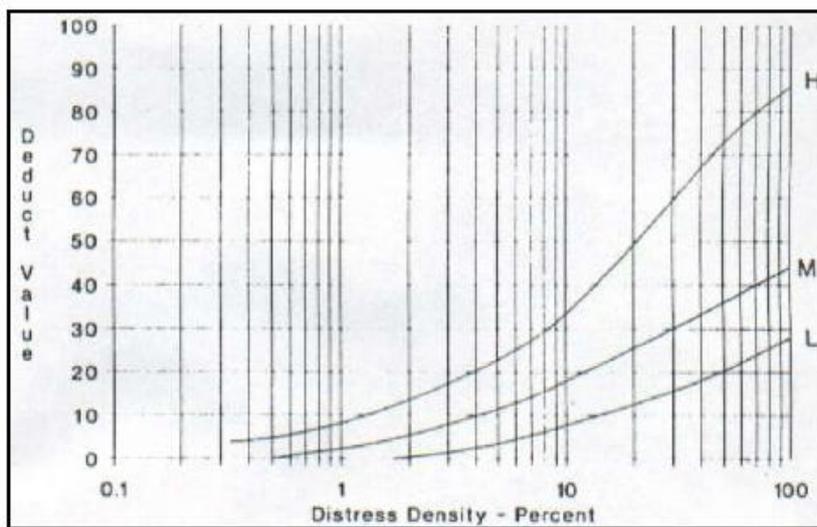
## 8. Fisuras de reflexión de junta



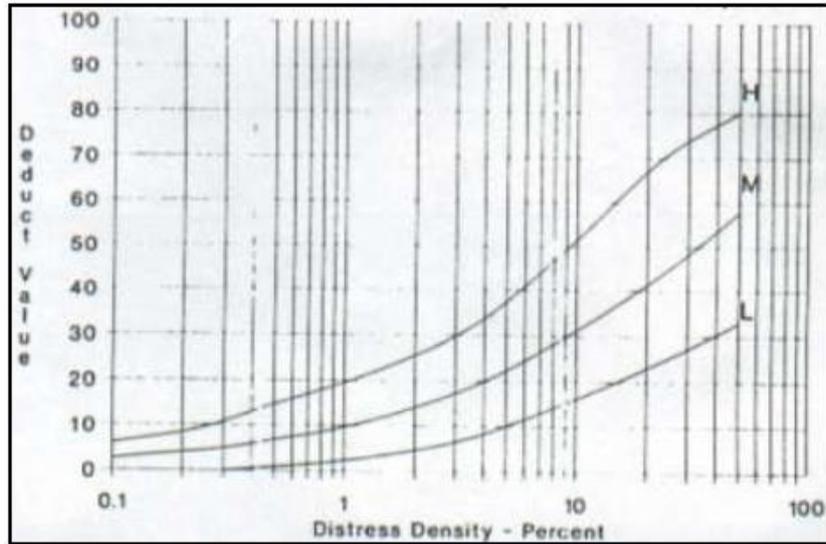
## 9. Desnivel carril – berma



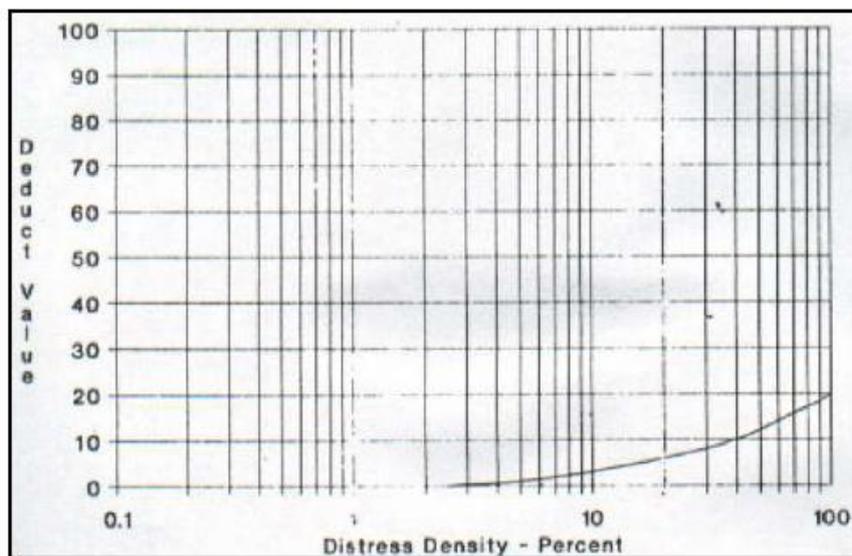
## 10. Fisuras longitudinales y transversales



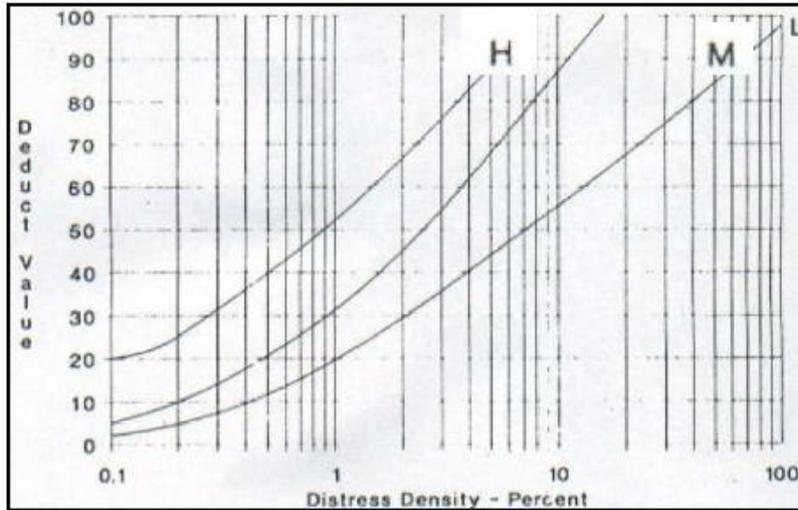
## 11. Parches y parches de cortes utilitarios



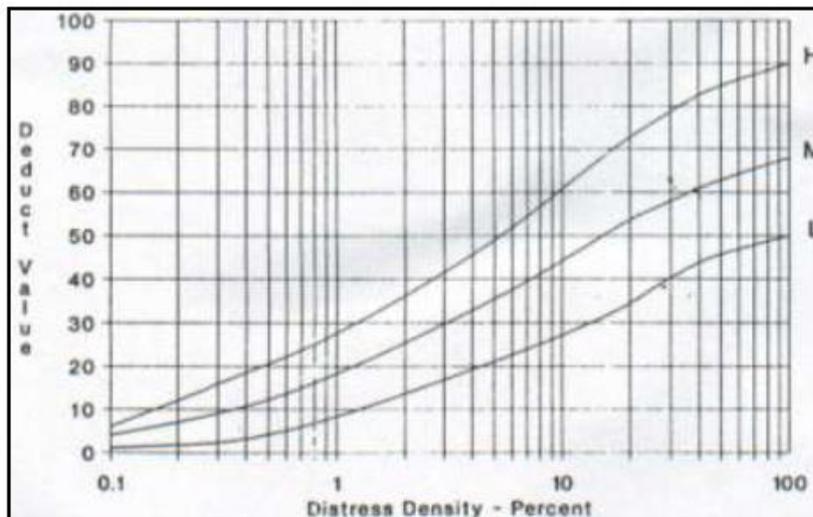
## 12. Pulimiento de agregados



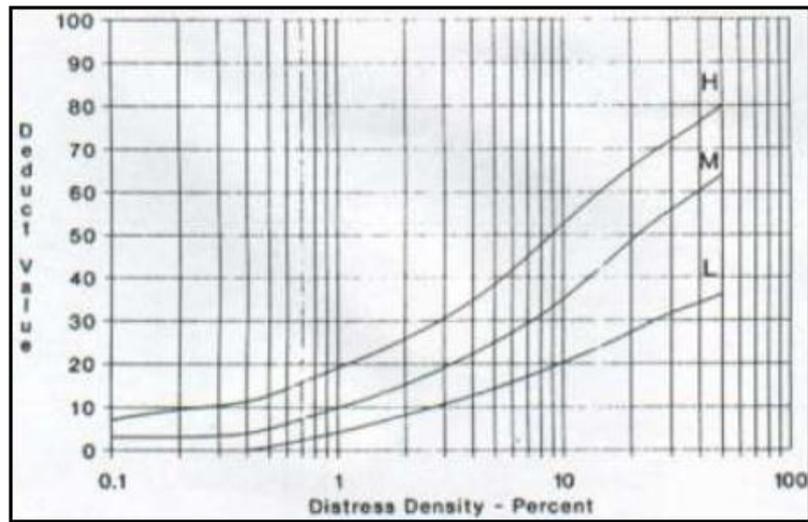
13. Baches



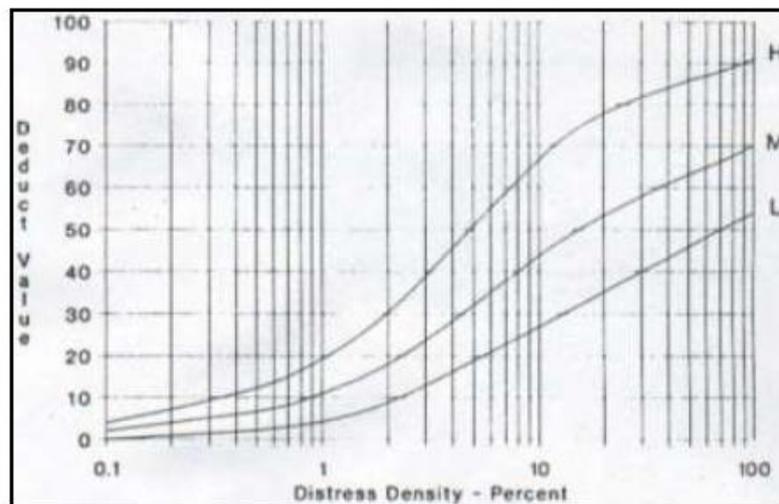
14. Ahuellamiento



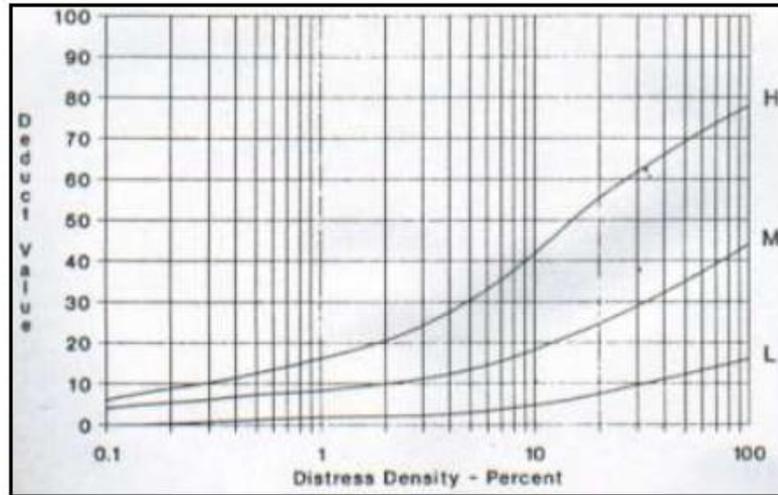
## 15. Desplazamiento



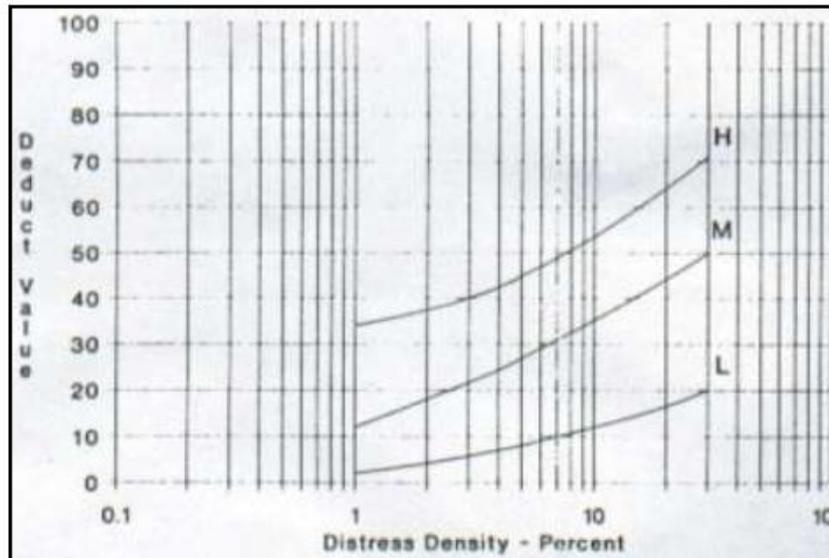
## 16. Fisura parabólica



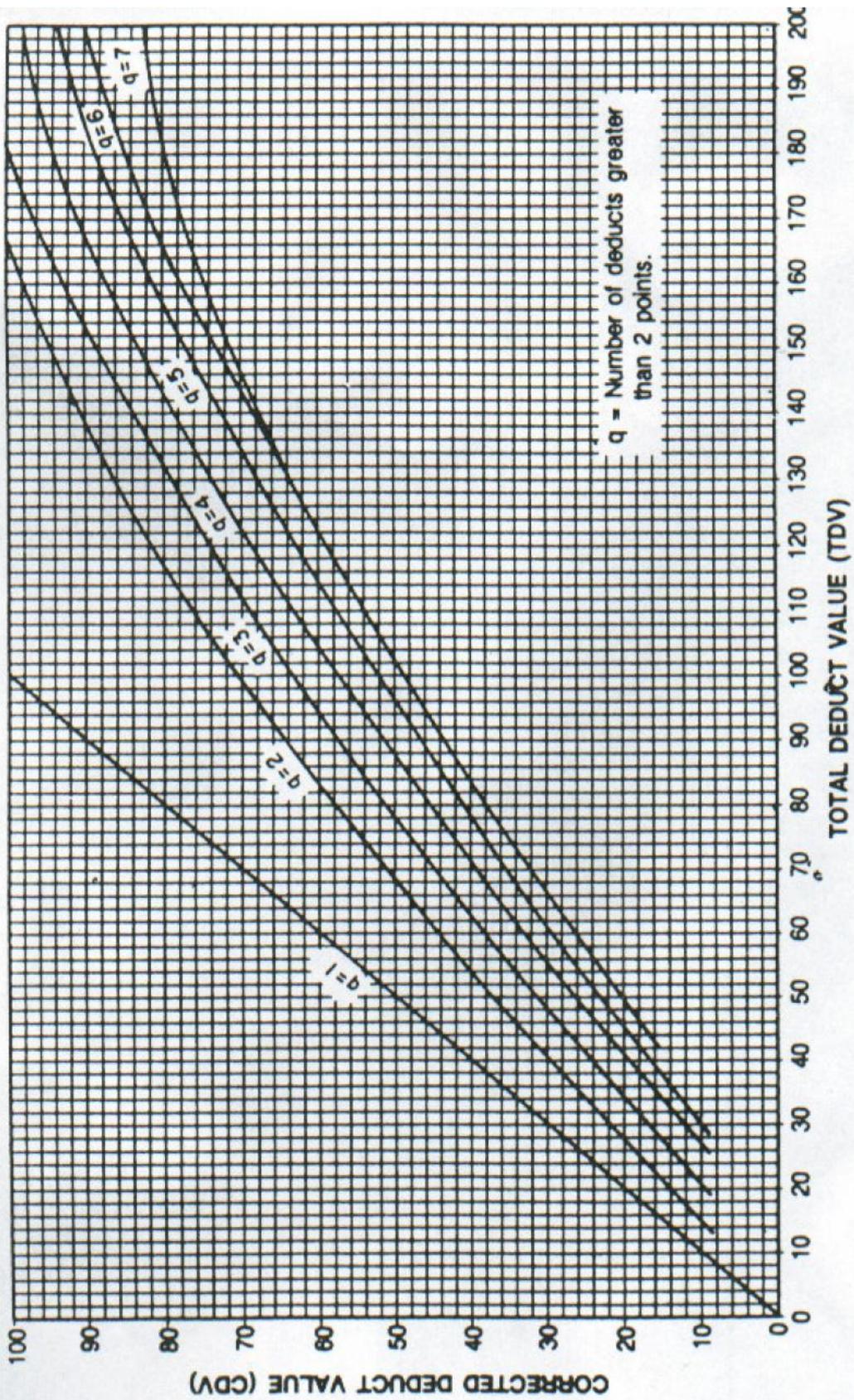
## 17. Peladura y desprendimiento



## 18. Hinchamiento



ROADS AND PARKING LOTS: ASPHALT



**Anexo E**

**Conteo vehicular.**

Lugar: Av. Circunvalación Oeste. Tramo: Parque Cholo – Av. Ferrocarril

Aforador: Dante Gregory Conza Ccopa Fecha: 31/08/2015 Hora: 12:00pm13:00pm

Tiempo (min)	Conteo de vehículos.			
	Izquierdo.		Derecho.	
2	IIII III	8	IIII	5
4	IIII III	9	IIII III	8
6	IIII III	9	IIII II	7
8	IIII II	7	IIII I	6
10	IIII IIII III	14	IIII IIII	10
12	IIII III	8	IIII I	6
14	IIII I	6	IIII III	8
16	IIII I	6	IIII	5
18	IIII	5	II	2
20	IIII IIII III	13	IIII III	8
22	IIII III	8	IIII IIII	10
24	IIII II	7	IIII III	9
26	IIII	5	III	3
28	III	4	IIII I	6
30	IIII III	9	IIII	5
32	IIII III	8	IIII	5
34	III	4	IIII	5
36	IIII III	9	IIII I	6
38	IIII IIII III	14	IIII III	9
40	IIII	5	IIII IIII	11
42	IIII II	7	IIII I	6
44	IIII III	8	IIII II	7
46	IIII II	7	IIII I	6
48	IIII III	9	IIII I	6
50	IIII II	7	IIII IIII II	12
52	III	4	II	2
54	III	4	IIII I	6
56	IIII	5	IIII II	7
58	IIII	5	IIII III	9
60	III	4	IIII	5
Total		218		200
TOTAL VEHÍCULOS				418

Lugar: Av. Circunvalación Oeste. Tramo: Parque Triciclo – Parque Cholo

Aforador: Dante Gregory Conza Ccopa Fecha 01/09/2015 Hora: 12:00pm 13:00pm

Tiempo (min)	Conteo de vehículos.			
	Izquierdo.		Derecho.	
2	IIII I	6	IIII I	6
4	IIII I	6	IIII II	7
6	IIII	5	IIII I	6
8	IIII II	7	IIII	5
10	IIII II	7	IIII III	9
12	IIII III	9	IIII	5
14	III	3	IIII II	7
16	IIII II	7	IIII III	8
18	IIII II	7	IIII	4
20	IIII	5	IIII	5
22	IIII III	8	IIII I	6
24	IIII I	6	III	3
26	III	4	IIII II	7
28	IIII II	7	IIII I	6
30	IIII III	8	IIII III	8
32	IIII	4	III	3
34	IIII I	6	IIII	5
36	IIII	5	IIII	4
38	IIII	5	IIII I	6
40	IIII	4	IIII	5
42	IIII I	6	IIII II	7
44	IIII III	8	IIII I	6
46	IIII	5	IIII III	8
48	IIII III	8	IIII I	6
50	IIII III	8	IIII III	8
52	IIII III	8	IIII III	9
54	IIII	5	IIII II	7
56	IIII II	7	IIII II	7
58	III	3	IIII III	8
60	IIII I	6	IIII I	6
Total		183		187
TOTAL VEHÍCULOS				369

Lugar: Av. Circunvalación Oeste. Tramo: Av. Ferrocarril – Jr. Mariano Nuñez

Aforador: Dante Gregory Conza Ccopa Fecha: 02/09/2015 Hora: 12:00pm 13:00pm

Tiempo (min)	Conteo de vehículos.			
	Izquierdo.		Derecho.	
2	IIII II	7	IIII I	6
4	IIII	5	IIII II	7
6	IIII III	8	IIII	5
8	IIII IIII	10	IIII III	9
10	IIII I	6	IIII IIII	10
12	IIII III	8	IIII II	7
14	IIII	5	IIII	5
16	IIII II	7	IIII I	6
18	IIII III	8	IIII	4
20	IIII IIII	9	IIII	5
22	IIII IIII I	11	IIII	5
24	IIII I	6	IIII I	6
26	IIII II	7	IIII I	6
28	IIII	5	IIII I	6
30	IIII I	6	IIII II	7
32	IIII	5	IIII	5
34	IIII IIII	9	III	3
36	IIII	5	IIII IIII	9
38	IIII II	7	IIII III	8
40	IIII III	8	IIII I	6
42	IIII	5	IIII III	8
44	IIII I	6	IIII I	6
46	IIII I	6	IIII	5
48	IIII II	7	IIII III	8
50	IIII I	6	IIII IIII	9
52	IIII II	7	IIII III	8
54	IIII II	7	IIII II	7
56	IIII	5	IIII I	6
58	IIII III	8	IIII I	6
60	IIII I	6	IIII II	7
Total		205		195
TOTAL VEHÍCULOS				400











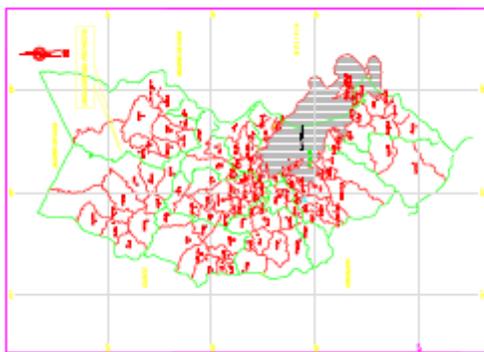




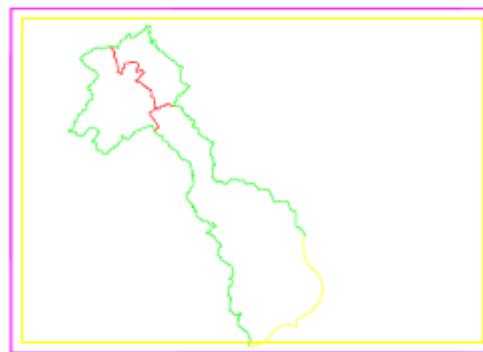
## **Anexo F**

### **Plano de ubicación.**



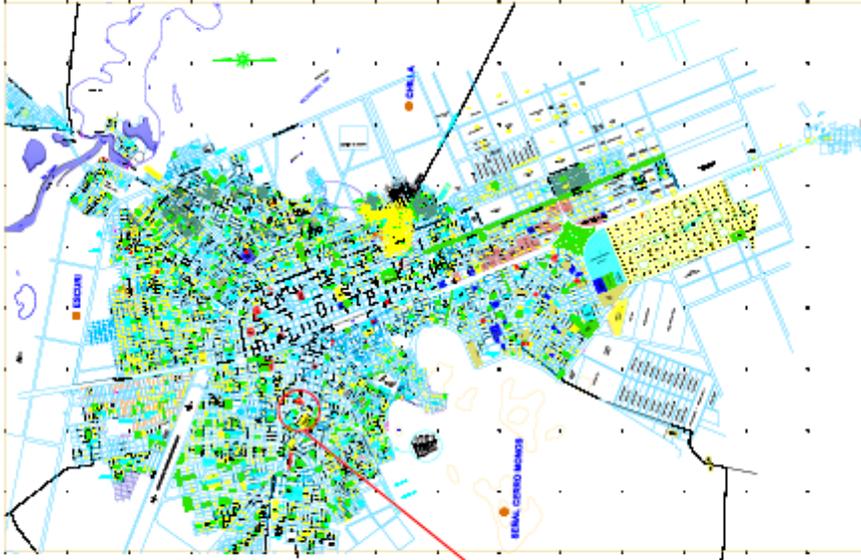


**PUNO**  
**MAPA DEPARTAMENTAL**



**SAN ROMAN**  
**MAPA PROVINCIAL**

**PLANOS DE LOCALIZACION**



**JULIACA**  
**MAPA DISTRITAL**

INSTITUCION: <b>Comandancia en Jefe del Área de la Campaña Urbana de la Policía Nacional del Perú - PCU en la Av. Chiriquilla Centro de Juliaca.</b>	
TITULO: <b>OPERACION DE AGILIZACION DE AV. INTERCOMUNICACION AV. VIAL VALENTIN VASQUEZ</b>	AÑO: <b>2011</b>
AUTOR: <b>ING. EN SISTEMAS DE AGILIZACION URBANA Y MANEJO DE TRAFICO</b>	ESCUELA: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ROMAN</b>
TEMA: <b>AGILIZACION DE AV. VIAL VALENTIN VASQUEZ</b>	SEMESTRE: <b>IV</b>
ASIGNATURA: <b>AGILIZACION DE AV. VIAL VALENTIN VASQUEZ</b>	CARRERA: <b>INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGILIZACION URBANA Y MANEJO DE TRAFICO</b>
PROFESOR: <b>DR. JORGE ALBERTO GARCIA</b>	ALUMNO: <b>ANDRÉS</b>
TUTOR: <b>DR. JORGE ALBERTO GARCIA</b>	FECHA: <b>15/05/2011</b>
TITULO: <b>OPERACION DE AGILIZACION DE AV. INTERCOMUNICACION AV. VIAL VALENTIN VASQUEZ</b>	AÑO: <b>2011</b>
AUTOR: <b>ING. EN SISTEMAS DE AGILIZACION URBANA Y MANEJO DE TRAFICO</b>	ESCUELA: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ROMAN</b>
TEMA: <b>AGILIZACION DE AV. VIAL VALENTIN VASQUEZ</b>	SEMESTRE: <b>IV</b>
ASIGNATURA: <b>AGILIZACION DE AV. VIAL VALENTIN VASQUEZ</b>	CARRERA: <b>INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGILIZACION URBANA Y MANEJO DE TRAFICO</b>
PROFESOR: <b>DR. JORGE ALBERTO GARCIA</b>	ALUMNO: <b>ANDRÉS</b>
TUTOR: <b>DR. JORGE ALBERTO GARCIA</b>	FECHA: <b>15/05/2011</b>

**Anexo G**

**Pruebas de laboratorio.**



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULIACA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### LAVADO DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

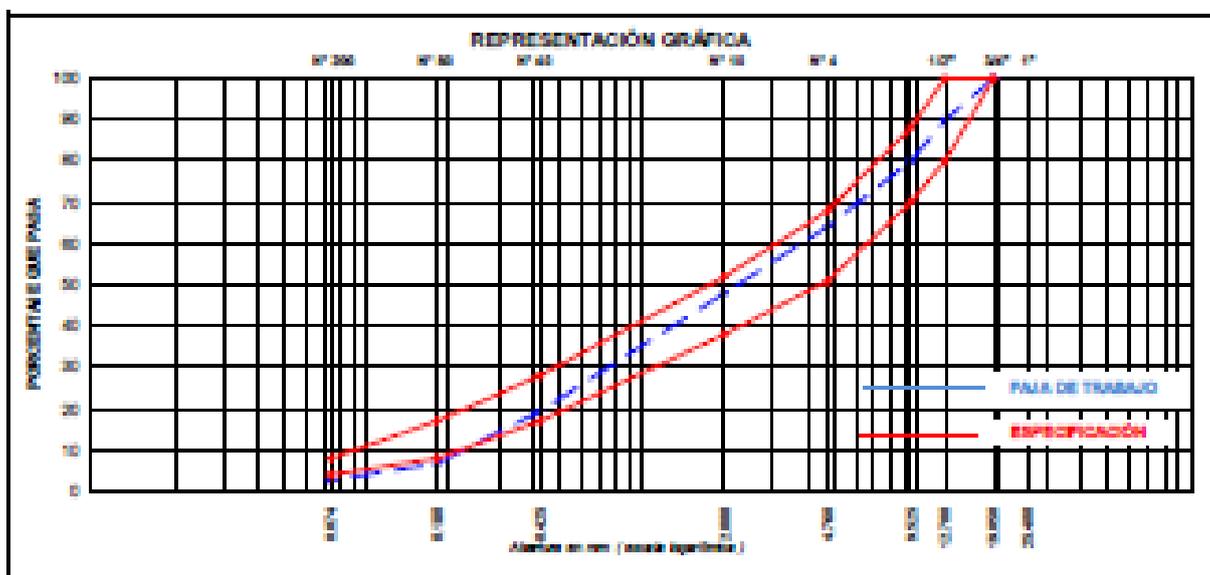
BYC 840 - ASTM D4170 - ASRTO 7.64  
BYC 840 - ASTM D4170 - ASRTO 7.64

OBJETO	1	TESTE EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION OESTE TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL.
	1	DISTRITO DE JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO
SOLICITA	1	BACHILLER DANTE CONZA COOPA
FECHA	1	08/05/2018, 01 de junio de 2018

LAVADO N° 01

TAMÑO ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMÑO MÁXIMO	24"
1 1/2"	38.100							
1"	25.400						Peso de material sin lavar	10710 gr
3/4"	19.000				100.0	100	Peso de material lavado	10000 gr
1/2"	12.500	107.0	10.1	10.1	89.9	89 - 100	Contenido de astilla	8.54 %
3/8"	9.500	100.0	10.0	20.1	79.9	79 - 100		
N°4	4.750	107.0	10.1	20.2	80.2	81 - 100	Grava	20.20 gr
N°10	2.000	102.0	10.2	32.0	68.0	88 - 100	arena	61.80 gr
N°40	0.425	207.0	20.7	60.7	39.3	17 - 100	Fino	3.70 gr
N°60	0.250	126.0	12.6	63.2	36.8	18 - 100		
N°200	0.075	40.0	4.0	87.2	12.8	4 - 100		
< 200	-	27.0	2.7	100.0				

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAVO POR EL SOLICITANTE





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN-JULIACA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### LAVADO DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

WTC 0.600 - ASTM D2171 - ASTM D155  
WTC 0.600 - ASTM D155 - ASTM D155

**OBRA:** 1 TESIS EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION OESTE TRAMO PARQUE CHOLO - AV. PERROCARREL.  
2 DISTRITO DE JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO

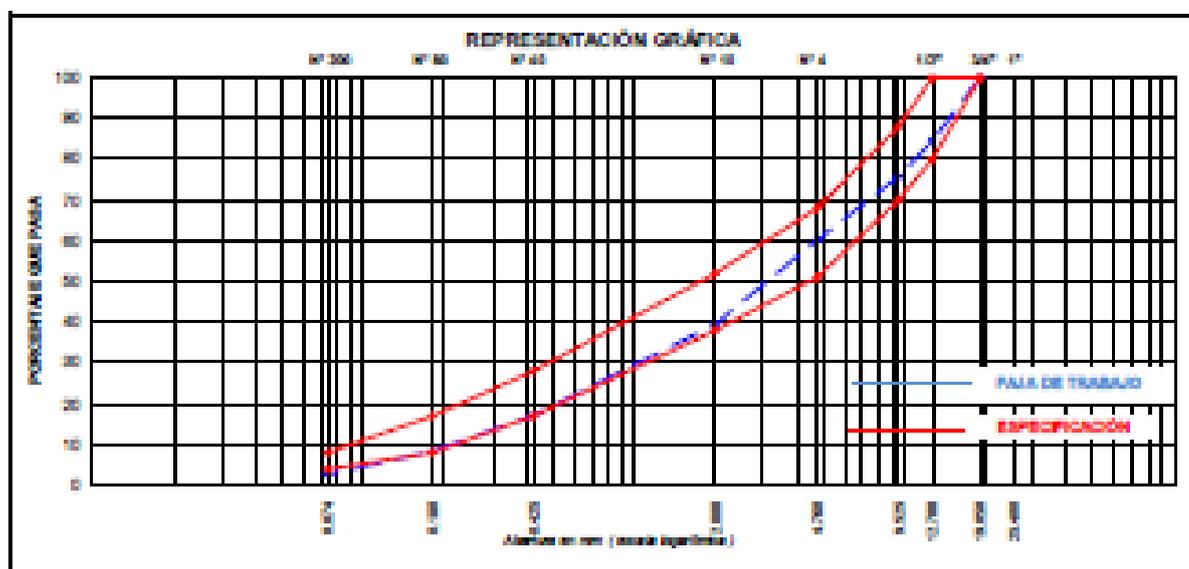
**SOLICITA:** 1 BACHILLER DANTE CONZA COOPA

**FECHA:** 1 jueves, 02 de julio de 2018

LAVADO N° 03

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO gramos	PORCENTAJE			ESPECIFIC. BAC - 3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	retenido	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	UM
1.180"	30.000							
1"	25.000						Peso de material no lavado	1089.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100	Peso de material lavado	1189.0 gr
1/2"	12.500	103.0	8.6	8.6	91.4	80 - 100	Contenido de agua	6.35 %
3/8"	9.500	103.0	8.7	24.2	75.8	75 - 85		
Nº4	4.750	103.0	8.6	29.2	70.8	61 - 85	Grava	29.22 gr
Nº 10	2.000	244.0	20.7	60.0	39.2	30 - 50	Arena	67.43 gr
Nº 40	0.425	289.0	24.6	83.0	17.0	17 - 25	Fino	2.74 gr
Nº 60	0.250	100.7	8.5	91.7	8.3	8 - 17		
Nº 200	0.075	88.0	7.4	97.2	2.8	4 - 8		
< 200	-	33.3	2.7	100.0				

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAZO POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULICA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### LAVADO DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

WTC 8482 - ASFTB 0470 - ASFTO 7-166

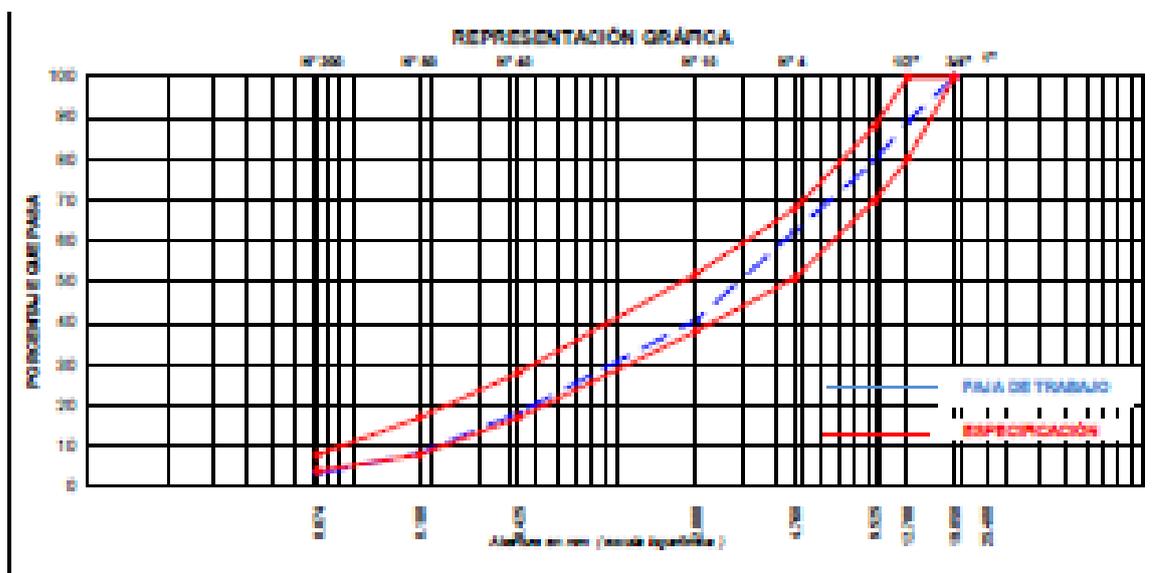
WTC 8482 - ASFTB 0488 - ASFTO 7-166

OBRA	:	TESIS EVALUACION DE LA FALLA DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PO DE LA BV. CIRCUNVALACION DE
	:	TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL
UBICACION	:	DISTRITO DE JULICA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PURO
SOLICITA	:	BACHILLER DANTE CORREA COOPA
FECHA	:	Jueves, 02 de Junio de 2016

LAVADO N° 04

TAMÑO ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	24"
1 1/2"	38.100							
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1475.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100	Peso de material lavado	1285.0 gr
1/2"	12.500	149.0	11.6	10.0	89.2	89 - 100	Contenido de pedrea	6.12 %
3/8"	9.500	122.0	9.6	20.4	79.8	79 - 89		
Nº 4	4.750	226.0	17.6	37.9	62.3	61 - 89	Grava	27.48 gr
Nº 10	2.000	301.0	23.8	61.7	46.7	38 - 61	Areña	69.12 gr
Nº 40	0.425	312.0	24.9	81.8	18.1	17 - 38	Fino	3.41 gr
Nº 60	0.250	326.0	25.8	89.7	9.2	8 - 17		
Nº 200	0.075	332.0	26.2	99.0	3.4	4 - 8		
- 200	-	332.0	26.2	100.0				

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAJE POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN-JULIACA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### LAVADO DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

BYC 8.600 - AMPL 0.400 - ASBETO 0.100

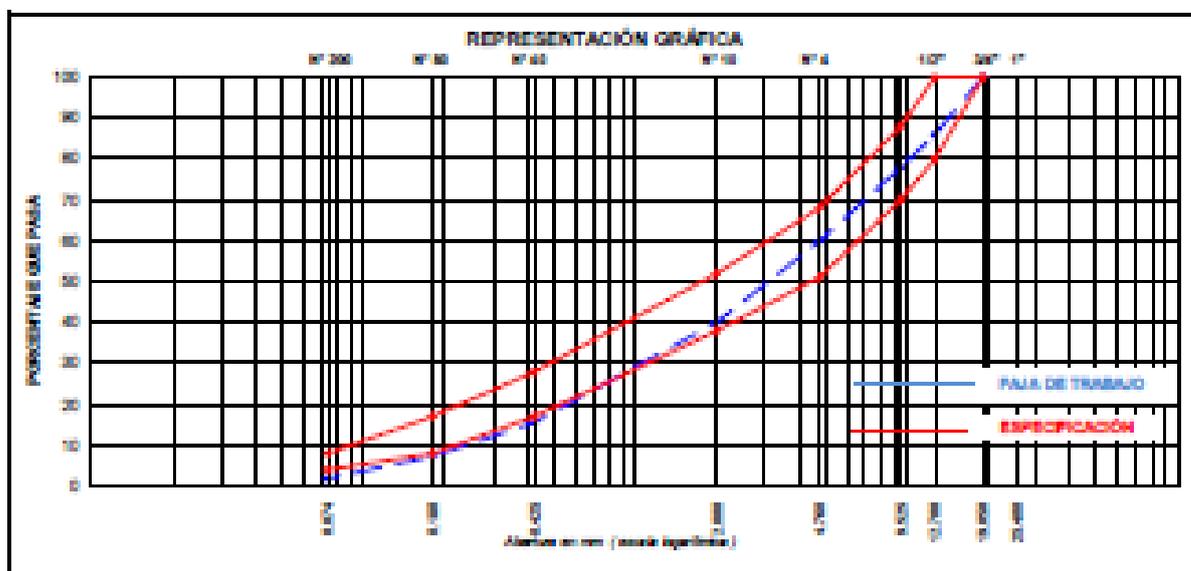
BYC 8.600 - AMPL 0.400 - ASBETO 0.100

OBRA	1	TRABO EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION CENTE TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL
	1	DISTRITO DE JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO
SOLICITA	1	INGENIERO DANTE CONDA COOPA
FECHA	1	Viernes, 03 de junio de 2016

#### LAVADO N° 05

TAMIZ MESH	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	UN*
110"	28.000							
1"	25.000						Peso de material que lava	1480.0 gr
24"	24.000				100.0	100	Peso de material lavado	1390.0 gr
10"	25.000	196.0	14.0	14.0	80.0	80 - 100	Contenido de asfalto	0.00 %
30"	0.850	111.0	8.0	22.0	78.0	75 - 80		
475	4.750	352.0	26.3	48.3	53.0	51 - 60	Grava	49.16 gr
N° 10	2.000	375.0	28.3	66.6	48.1	30 - 50	arena	67.29 gr
N° 40	0.425	241.0	18.0	84.6	15.0	17 - 20	Fino	1.87 gr
N° 60	0.250	115.0	8.2	92.8	7.2	0 - 17		
N° 200	0.075	75.0	5.4	98.1	1.9	0 - 0		
< 200	-	26.0	1.9	100.0				

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAZADA POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULIANA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### LAVADO DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

WTC 8400 - ART. 0470 - ANEXO 1-14

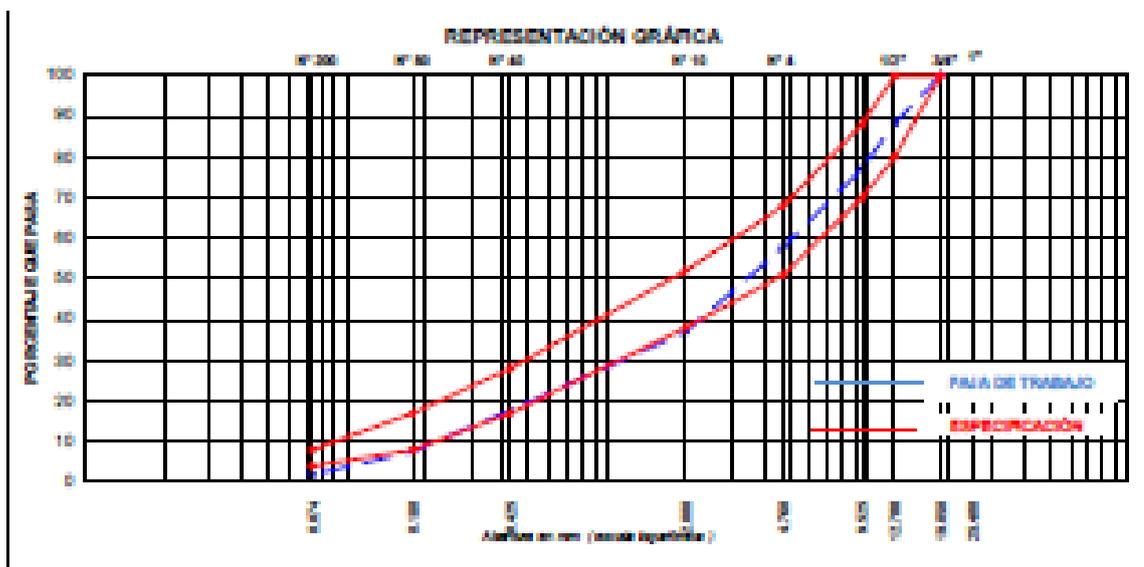
WTC 8400 - ART. 0486 - ANEXO 1-16

OBRA	:	TRABO EVALUACION DE LA FALLA DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA MV. CIRCUNVALACION DE
	:	TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL
UBICACION	:	DISTRITO DE JULIANA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUÑO
SOLICITA	:	BACHILLER DANTE CORREA COOPA
FECHA	:	VIernes, 02 de Junio de 2016

#### LAVADO N° 06

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE		ESPECIFIC. NAC - 2	DESIGNACION DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulada		TAMIZO MÁXIMO	34"
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Peso de material sin lavar 1106.0 gr
3/4"	19.000				100.0	100	Peso de material lavado 1111.0 gr
1/2"	12.500	138.0	11.7	11.7	88.0	80 - 100	Contenido de asfalto 6.64 %
3/8"	9.500	128.0	11.2	22.9	77.0	70 - 80	
Nº 4	4.750	212.0	18.2	41.1	67.0	51 - 60	Grava 43.12 gr
Nº 10	2.000	232.0	20.0	61.1	37.0	30 - 40	Arena 54.08 gr
Nº 40	0.425	258.0	22.4	83.5	17.0	17 - 20	Fino 1.88 gr
Nº 60	0.250	111.0	9.9	93.5	7.0	6 - 17	
Nº 200	0.075	88.0	8.0	98.5	1.0	1 - 6	
< 200	-	29.0	2.6	100.0			

#### ANALISIS GRANULOMETRICO



#### OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAZO POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULIANA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### LAVADO DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

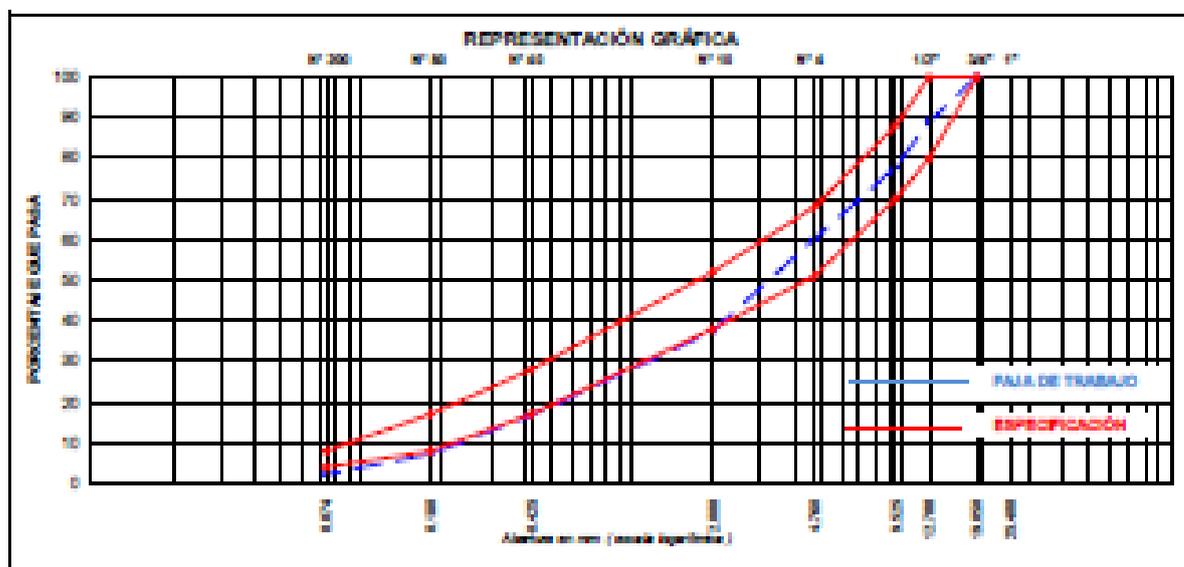
WTC 8.820 - ASTM D.4753 - AMBITO 5.104  
WTC 8.820 - ASTM D.548 - SARTO 5.10

<b>OBRA</b>	:	TRABO EVALUACION DE LA FALLA DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION CRISTO TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL
	:	DISTRITO DE JULIANA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO
<b>SOLICITA</b>	:	BACHILLER DANTIS CONZA COOPA
<b>FECHA</b>	:	lunes, 08 de junio de 2018

LAVADO N° 07

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. NAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	34"
1.18"	30.100							
1"	25.400						Peso de material en seco	1048.0 gr
34"	19.000				100.0	100	Peso de material lavado	1198.0 gr
10"	12.700	128.0	11.0	11.0	89.0	80 - 100	Contenido de arena	6.97 %
30"	8.000	198.0	17.0	28.0	77.0	70 - 80		
874	4.750	306.0	27.0	38.0	69.0	51 - 60	Grava	38.79 gr
N° 10	2.000	386.0	32.0	62.0	37.4	30 - 40	Arena	67.98 gr
N° 40	0.420	381.0	39.7	82.0	18.7	17 - 20	Fino	2.24 gr
N° 60	0.250	111.0	9.0	82.0	7.0	8 - 17		
N° 200	0.075	88.0	8.0	87.0	2.0	4 - 8		
< 200	-	26.1	2.2	100.0				

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



OBSERVACIONES:

MUESTRA TRABO POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULIACA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### LAVADO DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

WTC. 8.650 - ARTM 0.470 - ASIRTO 1.66

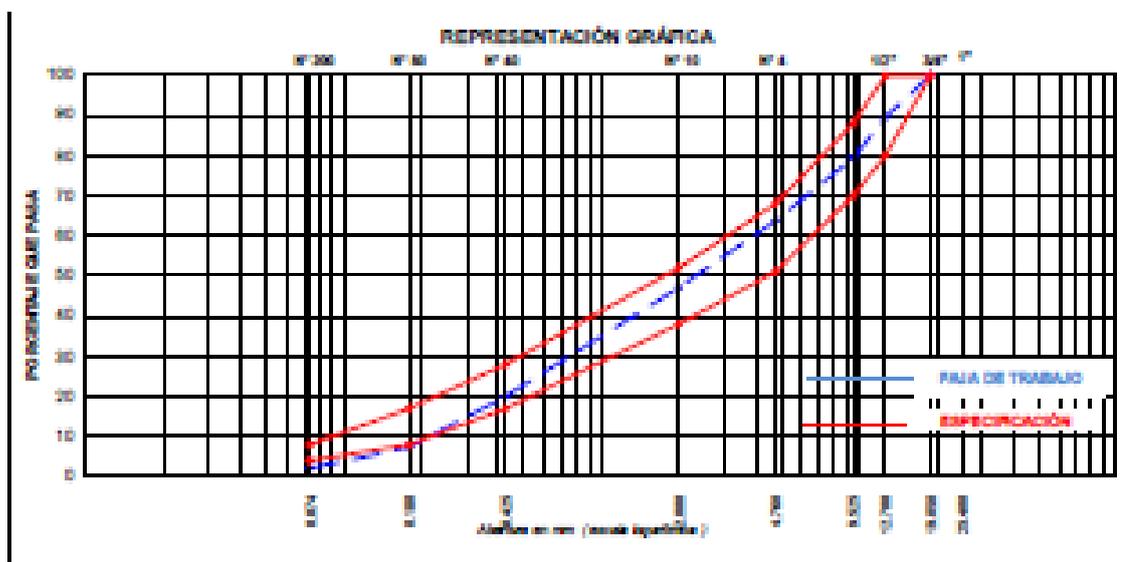
WTC. 8.650 - ARTM 0.460 - ASIRTO 1.00

OBRA	:	TRAMO EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PG DE LA SV. CIRCUNVALACION DE
	:	TRAMO PARQUE CHOLD - AV. FERROCARRIL
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO
SOLICITA	:	INGENIERO CIVIL CONESA COOPA
FECHA	:	10/04/2018 de junio de 2018

#### LAVADO N° 06

TAMIZ ARTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. IMAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulada	que pasa		TAMIZO MÁXIMO	24"
1 10"	25.400							
1"	25.400						Peso de material seco lavada	1000.0 gr
24"	609.600				100.0	100	Peso de material lavado	1000.0 gr
10"	25.400	111.0	10.8	10.8	89.2	80 - 100	Contenido de arena	8.19 %
30"	762.000	100.0	10.0	20.7	79.3	70 - 80		
N° 4	4.750	100.0	10.0	26.2	73.8	50 - 60	Grava	24.20 gr
N° 10	2.000	177.0	18.7	44.9	55.1	30 - 40	Arma	61.70 gr
N° 40	0.425	207.0	27.1	62.0	38.0	10 - 20	Fines	2.00 gr
N° 60	0.250	100.0	10.0	62.0	38.0	5 - 10		
N° 200	0.075	50.0	5.0	67.0	33.0	4 - 5		
< 200	-	20.0	2.0	100.0				

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAZO POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN-JULIACA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### LAVADO DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

WTC 8.630 - ARTS 0.473 - SAMPT 0.194

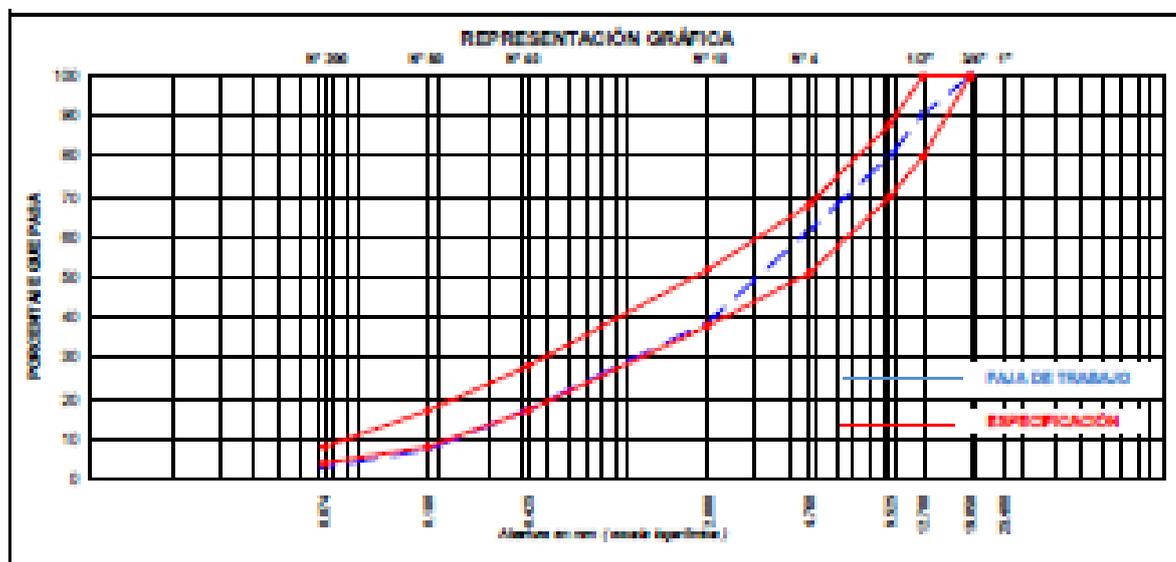
WTC 8.630 - ARTS 0.466 - SAMPT 0.200

OBJETO	:	TERCEER EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION OESTE TRAMO PARQUE CHOLD - AV. FERROCARRIL.
	:	DISTRITO DE JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO
SOLICITA	:	BACHILLER DANTE CONZA COOPA
FECHA	:	Fecha: 07 de junio de 2018

#### LAVADO N° 08

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. WAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMIZO MÁXIMO	SP*
1 10"	25.400							
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1000.0 gr
3/4"	19.054				99.0	100	Peso de material lavado	999.0 gr
10"	12.700	0.0	0.0	0.0	99.4	80 - 100	Contenido de astilla	0.25 %
30"	7.620	100.0	10.2	10.2	89.1	70 - 80		
Nº4	4.750	100.0	18.4	28.2	81.2	60 - 70	Grava	20.25 gr
Nº10	2.000	222.0	22.7	51.0	77.2	50 - 60	arena	60.73 gr
Nº40	0.425	222.0	21.8	82.8	17.2	10 - 20	Fina	2.04 gr
Nº80	0.180	100.0	9.0	93.8	7.4	0 - 10		
Nº200	0.075	45.0	4.4	97.1	2.9	0 - 5		
< 200	-	20.0	2.0	100.0				

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAZO POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN-JULIACA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### LAVADO DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

WTC 8.880 - ART. 2.473 - ANEXO 1.684

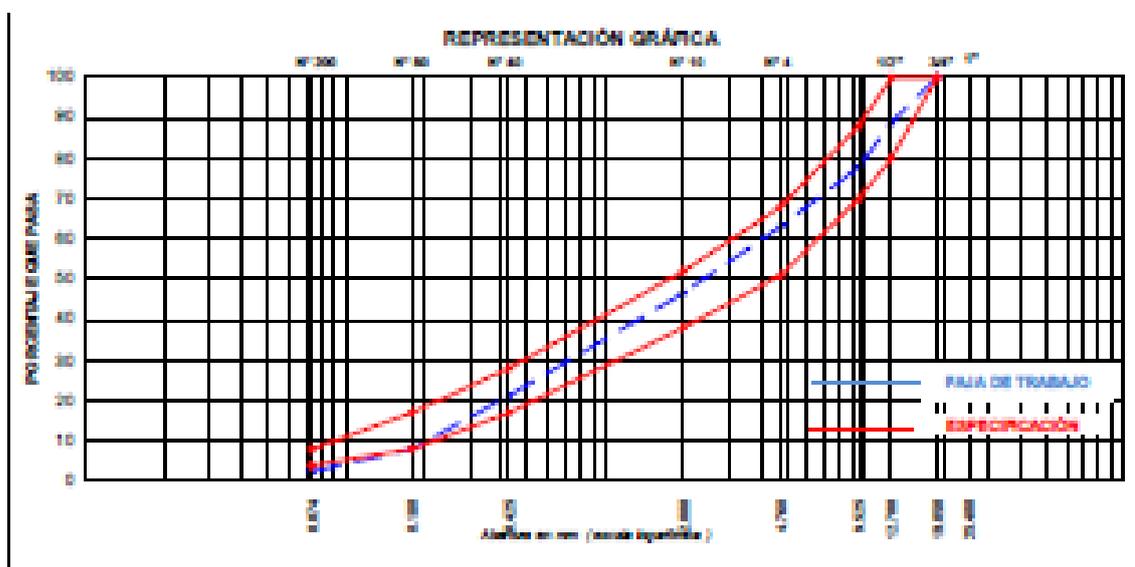
WTC 8.880 - ART. 2.488 - ANEXO 1.68

GERA : TESIS EVALUACION DE LA FALLA DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA IV. CIRCUNVALACION DE  
UBICACIÓN : TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL  
SOLICITA : DISTRITO DE JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMÁN - PUNO  
FECHA : BACHELLER DAVTE CONZA COOPA  
FECHA : martes, 07 de Junio de 2016

#### LAVADO N° 10

TAM. (mm)	Módulo (mm)	PESO (gramos)	PORCENTAJE			ESPECIFIC. (g/cm <sup>3</sup> )	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	34"
1.18"	30.160							
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1185.8 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1085.8 gr
1/2"	12.700	120.0	11.2	11.2	88.8	88 - 100	Contenido de astilla	6.03 %
3/8"	9.525	120.0	11.0	22.2	77.8	78 - 88		
Nº 4	4.750	180.0	14.7	36.9	65.1	61 - 88	Grava	38.28 gr
Nº 10	2.000	180.0	15.2	52.1	47.9	38 - 61	arena	65.84 gr
Nº 20	0.850	277.0	23.4	75.5	24.5	17 - 38	Fino	2.68 gr
Nº 40	0.425	144.0	12.2	87.7	8.8	0 - 17		
Nº 200	0.075	80.0	6.8	94.5	2.2	0 - 0		
< 200	-	27.0	2.3	100.0				

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



#### OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAZO POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULICA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## ENSAYO MARSHALL

MTC 8.001 ARTM D-1000

OBRA : TRABAJO DE EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASPALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION OESTE  
: TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL  
: DISTRITO DE JULICA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO  
SOLICITA : BACHILLER DANTE CONZA COOPA  
FECHA : miércoles, 01 de junio de 2018

### DISEÑO MAC-02

Marshall

BRQUETAS	Nº	1	2		PROMEDIO	ESPECIF.
1 Cemento ASTM66 en peso de la mezcla	%	8.54	8.42		8.48	
2 Agregado grueso en peso de la mezcla > Nº 4	%	30.80	30.19			
3 Agregado fino en peso de la mezcla < Nº 4	%	61.66	61.31			
4 Filler en peso de la mezcla	%	2.70	2.90			
5 Peso específico del cemento ASTM66 aparente	g/cc	1.013	1.013			
6 Peso específico del agregado grueso - Bulk	g/cc	2.628	2.628			
7 Peso específico del agregado fino - Bulk	g/cc	2.488	2.488			
8 Peso específico del filler - aparente	g/cc	2.288	2.288			
9 Peso de la briqueta al aire	gr	1105.0	1105.0			
10 Peso de la briqueta	gr	1105.0	1105.0			
11 Peso de la briqueta	gr	664.0	662.0			
12 Volumen de briqueta (10-11)	c.c.	500.0	500.0			
13 Peso de la parafina (10-6)	gr	0.0	0.0			
14 Volumen de la parafina (13Pa.parafina)	c.c.	0.0	0.0			
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (12-14)	c.c.	500.0	500.0			
16 Peso específico Bulk de la briqueta (9/10)	g/cc	2.208	2.204		2.20	
17 Peso específico máximo ASTM D-2921	g/cc	2.321	2.321			
18 Vecios (17-16)(100/17)	%	4.1	4.3		4.2	
19 Peso específico Bulk del agregado total (2+3+4)(2.628+2.488+2.288)	g/cc	2.488	2.500			
20 V.M.A. 100(2+3+4)(100/19)	%	10.8	10.7		10.8	Mín. 14
21 Vecios llenos con cemento ASTM66 100(20-18)/20	%	81.2	81.0		81.1	
22 Peso específico del agregado total (2+3+4)(2.628+2.488+2.288)	g/cc	2.744	2.734			
23 Cemento ASTM66 absorbido por el agregado (100/19)(20-18)(22/19)	%	3.64	3.47			
24 Cemento ASTM66 efectivo 1-(23)(2+3+4)/100	%	2.91	2.85			
25 Flujo	mm	3.024	3.024		3.024	2 - 4
26 Estabilidad sin correjir	kg	664	660			
27 Factor de estabilidad		1.00	1.00			
28 Estabilidad corregida	kg	660	660		670	Mín. 618
29 Estabilidad - Flujo	kg/mm	2701	2648		2718	1700 - 2000

OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAIKO POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULIACA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## ENSAYO MARSHALL

MTC 8041 - ARTMO-1000

<b>OBRA</b>  <b>SOLICITA</b>  <b>FECHA</b>	: TESIS EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION OESTE : TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL : DISTRITO DE JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO : BACHILLER DANTE CORREA COOPA : Jueves, 02 de junio de 2016
--	--

### DISEÑO MAC-02 Marshall

BRQUETAS	Nº	1	2			PROMEDIO	ESPECIF.
1	Cemento Portland en peso de la mezcla	%	6.38	6.12			6.24
2	Agregado grueso en peso de la mezcla > Nº 4	%	26.02	27.48			
3	Agregado fino en peso de la mezcla < Nº 4	%	67.42	66.12			
4	Filler en peso de la mezcla	%	2.14	2.41			
5	Peso específico del cemento Portland aparente	g/cc	1.013	1.013			
6	Peso específico del agregado grueso - Bulk	g/cc	2.636	2.636			
7	Peso específico del agregado fino - Bulk	g/cc	2.486	2.486			
8	Peso específico del filler - aparente	g/cc	2.266	2.266			
9	Peso de la briqueta al aire	gr	1199.0	1191.0			
10	Peso de la briqueta	gr	1199.0	1191.0			
11	Peso de la briqueta	gr	887.0	880.0			
12	Volumen de briqueta (10-11)	c.c.	829.0	821.0			
13	Peso de la parafina (10-9)	gr	0.0	0.0			
14	Volumen de la parafina (12Pa, parafina)	c.c.	0.0	0.0			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	829.0	821.0			
16	Peso específico Bulk de la briqueta (9/10)	g/cc	2.562	2.543			2.54
17	Peso específico máximo ASTM D-2922	g/cc	2.521	2.521			
18	Voides (17-16)*100/17	%	3.8	3.8			3.79
19	Peso específico Bulk del agregado total (2+3+4+5+6+7+8+9)	g/cc	2.500	2.487			
20	V.M.A. 100-(2+3+4+5+6+7+8+9)	%	10.2	10.2			10.2 Min. 14
21	Voides llenos con cemento Portland 100*(20-18)/20	%	83.1	83.0			83.0
22	Peso específico del agregado total (2+3+4+5+6+7+8+9+10)	g/cc	2.726	2.713			
23	Cemento Portland absorbido por el agregado 100*(22-18)/(22-18)	%	3.41	3.23			
24	Cemento Portland efectivo 1-(22*(2+3+4+5+6+7+8+9))	%	2.64	2.60			
25	Flujo	mm	3.286	3.548			3.460 2 - 4
26	Estabilidad sin corregir	kg	600	650			
27	Factor de estabilidad		1.00	1.00			
28	Estabilidad corregida	kg	600	650			600 Min. 615
29	Estabilidad - Flujo	kg/cm	278	280			271.9 1700 - 2000

**OBSERVACIONES:**

MUESTRA TRAJIDA POR EL SOLICITANTE

---



---



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULICA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## ENSAYO MARSHALL

NTC 8004 - ASTM D-1558

OBRA : TESIS EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION OESTE  
: TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL  
: DISTRITO DE JULICA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO  
SOLICITA : BACHILLER DANTE CORREA COOPA  
FECHA : viernes, 02 de junio de 2018

### DISEÑO MAC-02 Marshall

BRQUETAS	Nº	1	2		PROMEDIO	ESPECIF.
1	Cemento Estibico en peso de la mezcla	%	6.28	6.84		6.56
2	Agregado grueso en peso de la mezcla * N° 4	%	48.14	45.12		
3	Agregado fino en peso de la mezcla * N° 4	%	37.86	36.08		
4	Filler en peso de la mezcla	%	1.27	1.80		
5	Peso especifico del cemento estibico aparente	g/cc	1.013	1.013		
6	Peso especifico del agregado grueso - Bulk	g/cc	2.638	2.638		
7	Peso especifico del agregado fino - Bulk	g/cc	2.488	2.488		
8	Peso especifico del filler - aparente	g/cc	2.268	2.268		
9	Peso de la briqueta al aire	gr	1192.0	1192.0		
10	Peso de la briqueta	gr	1192.0	1192.0		
11	Peso de la briqueta	gr	895.0	895.0		
12	Volúmen de briqueta (10-11)	c.c.	820.0	820.0		
13	Peso de la parafina (10-9)	gr	0.0	0.0		
14	Volúmen de la parafina (13P+parafina)	c.c.	0.0	0.0		
15	Volúmen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	820.0	820.0		
16	Peso especifico Bulk de la briqueta (9/10)	g/cc	2.348	2.322		2.33
17	Peso especifico relativo ASTM D-2941	g/cc	2.321	2.321		
18	Medios (17-18)/(100/17)	%	3.8	4.7		4.25
19	Peso especifico Bulk del agregado total (2+3+4)/(208)+(37)+(60)	g/cc	2.822	2.822		
20	V.M.A. $100 - (2+3+4)/(18/18)$	%	10.1	11.2		10.7
21	Medios llenos con cemento estibico $100(20-18)/20$	%	84.8	86.4		85.6
22	Peso especifico del agregado total (2+3+4)/(100/17)+(18)	g/cc	2.716	2.761		
23	Cemento estibico absorbido por el agregado $100(17)(20-18)/(22*18)$	%	3.11	3.88		
24	Cemento estibico efectivo $1 - (23)(2+3+4)/100$	%	2.87	2.89		
25	Flujo	mm	3.554	3.548		3.551
26	Estabilidad sin correja	kg	670	670		
27	Factor de estabilidad		1.00	1.00		
28	Estabilidad corregida	kg	670	670		670
29	Estabilidad - Flujo	kg/cm	2002	2704		2358

OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAIKO POR EL SOLICITANTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULICA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## ENSAYO MARSHALL

MTC E-301 ARTMO-1000

OBRA :	TESIS EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASPALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION OESTE
	TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL
	DISTRITO DE JULICA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO
SOLICITA :	BACHILLER DANTE CONZA COOPA
FECHA :	lunes, 08 de junio de 2018

### DISEÑO MAC-02

#### Marshall

BRQUETAS	Nº	1	2			PROMEDIO	ESPECIF.
1	Cemento Astillado en peso de la mezcla	%	6.87	6.19		6.53	
2	Agregado grueso en peso de la mezcla > N° 4	%	28.79	28.23			
3	Agregado fino en peso de la mezcla < N° 4	%	67.80	61.70			
4	Filler en peso de la mezcla	%	3.34	3.08			
5	Peso específico del cemento astillado aparente	g/cc	1.013	1.013			
6	Peso específico del agregado grueso - Bulk	g/cc	2.625	2.625			
7	Peso específico del agregado fino - Bulk	g/cc	2.485	2.485			
8	Peso específico del filler - aparente	g/cc	2.395	2.395			
9	Peso de la briqueta al aire	gr	1195.0	1191.0			
10	Peso de la briqueta	gr	1195.0	1191.0			
11	Peso de la briqueta	gr	667.0	663.0			
12	Volumen de briqueta (10-11)	c.c.	663.0	663.0			
13	Peso de la parafina (10-6)	gr	0.0	0.0			
14	Volumen de la parafina (13P+parafina)	c.c.	0.0	0.0			
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (13-14)	c.c.	663.0	663.0			
16	Peso específico Bulk de la briqueta (9/15)	g/cc	2.145	2.145		2.15	
17	Peso específico máximo ASTM D-2041	g/cc	2.631	2.631			
18	Medios (13-16)*100/17	%	7.8	7.8		7.87	
19	Peso específico Bulk del agregado total (2+3+4)(2.625+2.485+2.395)	g/cc	2.624	2.624			
20	V.M.A. 100-(2+3+4)/(18/16)	%	14.1	14.1		14.1	Mín. 14
21	Medios llenos con cemento astillado 100*(2+3+4)/20	%	44.5	43.9		44.2	
22	Peso específico del agregado total (2+3+4)(1.0217)/(1.02)	g/cc	2.748	2.718			
23	Cemento astillado absorbido por el agregado % (100*(2+3+4)/(2.748))	%	3.81	3.28			
24	Cemento astillado efectivo 1-(23*(2+3+4)/100)	%	2.85	2.92			
25	Flujo	mm	3.354	3.543		3.451	2 - 4
26	Estabilidad sin corregir	kg	600	600			
27	Factor de estabilidad		1.00	1.00			
28	Estabilidad corregida	kg	600	600		605	Mín. 610
29	Estabilidad - Flujo	kg/mm	27.43	2870		2710	1700 - 3000

OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAIDO POR EL SOLICITANTE

---



---



---



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN-JULIACA  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## ENSAYO MARSHALL

MTC 8.004 - ARTMO 5-1000

OBRA	: TESIS EVALUACION DE LAS FALLAS DE LA CARPETA ASPALTICA MEDIANTE EL METODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACION OESTE
	: TRAMO PARQUE CHOLO - AV. FERROCARRIL
	: DISTRITO DE JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO
SOLICITA	: BACHILLER DANTE CORZA COOPA
FECHA	: martes, 07 de junio de 2018

### DISEÑO MAC-02

Marshall

BRQUETAS		Nº	1	2			PROMEDIO	ESPECIF.
1	Cemento Astillón en peso de la muestra	%	8.28	8.03			8.14	
2	Agregado grueso en peso de la muestra * N° 4	%	28.22	28.22				
3	Agregado fino en peso de la muestra * N° 4	%	61.73	61.64				
4	Filler en peso de la muestra	%	2.94	2.49				
5	Peso específico del cemento astillón aparente	g/cc	1.013	1.013				
6	Peso específico del agregado grueso - Bulk	g/cc	2.638	2.638				
7	Peso específico del agregado fino - Bulk	g/cc	2.488	2.488				
8	Peso específico del filler - aparente	g/cc	2.328	2.328				
9	Peso de la briqueta al aire	g	1184.0	1190.0				
10	Peso de la briqueta	g	1184.0	1190.0				
11	Peso de la briqueta	g	662.0	662.0				
12	Volumen de briqueta (10-11)	c.c.	662.0	662.0				
13	Peso de la parafina (10-9)	g	0.0	0.0				
14	Volumen de la parafina (10Pa, parafina)	c.c.	0.0	0.0				
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (10-14)	c.c.	662.0	662.0				
16	Peso específico Bulk de la briqueta (9/10)	g/cc	2.182	2.182			2.18	
17	Peso específico máximo ASTM D-2041	g/cc	2.521	2.521				
18	Voides (13-16)/(100*17)	%	7.8	7.8			7.87	
19	Peso específico Bulk del agregado total (2+3+4)(208)+(37)+(65)	g/cc	2.488	2.488				
20	V.M.A. 100-(2+3+4)/(18*19)	%	13.8	13.7			13.8	Mín. 14
21	Voides llenas con cemento astillón 100*(20-10)/20	%	44.0	45.0			45.1	
22	Peso específico del agregado total (2+3+4)(100/7)-(10)	g/cc	2.722	2.722				
23	Cemento astillón absorbido por el agregado (100*(20-19)/(22*19)	%	3.33	3.11				
24	Cemento astillón efectivo 1-(23)*(2+3+4)/100	%	3.92	3.92				
25	Flujo	mm	3.584	3.548			3.481	2 - 4
26	Estabilidad sin corregir	kg	628	648				
27	Factor de estabilidad		1.05	1.05				
28	Estabilidad corregida	kg	628	648			637	Mín. 618
29	Estabilidad - Flujo	kg/mm	278	287.2			278	1700 - 2000

OBSERVACIONES:

MUESTRA TRAJDO POR EL SOLICITANTE

**Anexo H**

**Solicitudes y autorizaciones.**

## **Anexo I**

**Fotos: Toma de muestras para lavado asfáltico.**



*Figura 1: Primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 2: Segunda sección de muestra (progresiva 00+200m a 00+400m). Fuente: Elaboración propia*

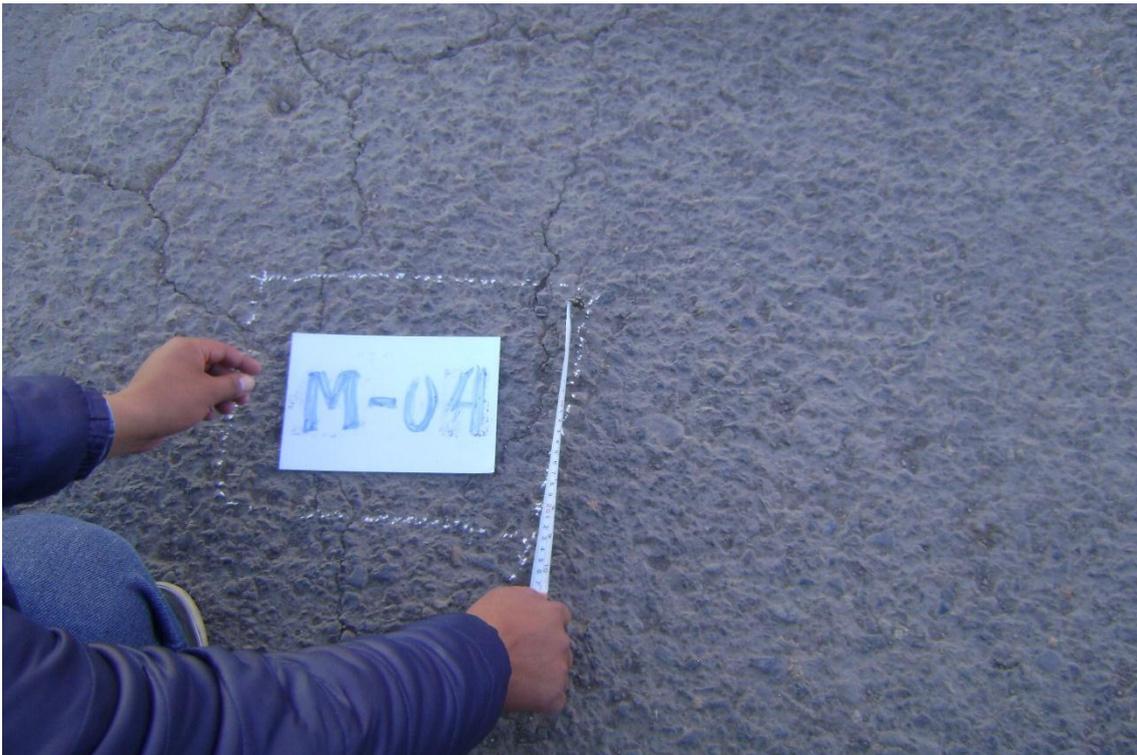


Figura 3: Tercera sección de muestra (progresiva 00+400m a 00+600m). Fuente: Elaboración propia



Figura 4: Cuarta sección de muestra (progresiva 00+600m a 00+800m). Fuente: Elaboración propia



*Figura 5: Quinta sección de muestra (progresiva 00+800m a 01+000m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 6: Extracción manual de muestra de la quinta sección de muestra (progresiva 00+800m a 01+000m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 7: Extracción manual de muestra de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 8: Extracción manual de muestra de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 9: Cuarteo de muestra desintegrada de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 9: Selección de dos cuartas de muestra desintegrada de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 9: Pesado de la selección de dos cuartas de muestra desintegrada de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 10: Tamizado de la selección de dos cuartas de muestra desintegrada de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 11: Tamizado de la selección de dos cuartas de muestra desintegrada de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 12: Pesado por tamiz de la selección de dos cuartas de muestra desintegrada de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 13: Lavado asfáltico de la selección de dos cuartas de muestra desintegrada de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*



*Figura 14: Composición de agregados de la muestra de asfalto de la primera sección de muestra (progresiva 00+000m a 00+200m). Fuente: Elaboración propia*

