

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL EN  
ZONAS CRÍTICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL DISTRITO  
DE PÍTIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE  
LAMBAYEQUE EN EL AÑO 2019**

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

**AUTOR**

**LUIS FERNANDO RIOJAS SANTAMARIA**

**ASESOR**

**LUIS QUIROZ QUIÑONES**

<https://orcid.org/0000-0001-9193-0307>

**Chiclayo, 2021**

**EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL Y  
ESTRUCTURAL EN ZONAS CRÍTICAS DEL PAVIMENTO  
FLEXIBLE EN EL DISTRITO DE PÍTIPO, PROVINCIA DE  
FERREÑAFE Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE EN EL  
AÑO 2019**

PRESENTADA POR:

**LUIS FERNANDO RIOJAS SANTAMARIA**

**A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

Cesar Eduardo Cachay Lazo

PRESIDENTE

Juan Ignacio Luna Mera

SECRETARIO

Luis Quiroz Quiñones

VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios principalmente por brindarme la salud y el bienestar, en la cual me permitió realizar con éxito mi proyecto de investigación, ya que con esfuerzo y dedicación se logró alcanzar las metas planteadas.

A mis padres María y Nicolas que con su apoyo incondicional me motivaron día a día para lograr mis objetivos en el campo de la investigación y de esta manera cultivar el desempeño de un buen profesional.

A mis hermanos, Everth, Rosa, Vanessa, Fátima y Alexa que también estuvieron presentes de forma directa, brindando cada uno su apoyo moral para ir mejorando en el proceso de la elaboración de mi proyecto.

## **Agradecimientos**

Mi estima y agradecimiento al ingeniero Luis Quiroz Quiñones por brindarme su apoyo en cuanto a sus conocimientos científicos y técnicos que me permitieron culminar con éxito mi informe de investigación.

A la entidad pública como es la Municipalidad distrital de Pitipo por permitir que realizara en conjunto los trabajos de campo necesarios en la zona de estudio.

A los docentes de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por compartir sus conocimientos y experiencias como ingenieros hacia a mi persona.

# Índice

<b>Resumen</b> .....	13
<b>Abstract</b> .....	14
<b>I. Introducción</b> .....	15
<b>II. Marco teórico</b> .....	16
<b>2.1. Antecedentes del problema</b> .....	16
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	16
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	17
2.1.3. Antecedentes locales .....	18
<b>2.2. Bases Teórico-Científicas.</b> .....	18
2.2.1. Evaluación del Pavimento .....	18
2.2.1.1. Tipos de evaluación de pavimento .....	19
2.2.2. Importancia de la Evaluación de Pavimentos.....	19
2.2.2.1. Fallas en los pavimentos .....	20
2.2.3. Tipos de fallas en el pavimento Flexible según el Manual del ASTM D6433 .....	21
2.2.3.1. Piel de cocodrilo .....	21
2.2.3.2. Exudación.....	22
2.2.3.3. Agrietamiento en bloque .....	23
2.2.3.4. Abultamientos y hundimientos .....	24
2.2.3.5. Corrugación .....	25
2.2.3.6. Depresión.....	26
2.2.3.7. Grieta de Borde.....	27
2.2.3.8. Grieta de reflexión de junta .....	28
2.2.3.9. Desnivel carril-berma .....	29
2.2.3.10. Grietas longitudinales y transversales.....	30
2.2.3.11. Parcheo .....	31
2.2.3.12. Pulimiento de agregados .....	33
2.2.3.13. Huecos .....	33
2.2.3.14. Cruce de vía Férrea .....	35
2.2.3.15. Ahuellamiento .....	35
2.2.3.16. Desplazamientos.....	36
2.2.3.17. Grietas parabólicas (slippage) .....	37
2.2.3.18. Hinchamiento .....	38

2.2.3.19. Desprendimiento de agregados .....	39
2.2.4. Descripción del Método PCI (Pavement condition Index).....	40
2.2.4.1. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.....	41
2.2.4.2. Unidad de muestreo .....	42
2.2.4.3. Determinación de unidades de muestreo para la evaluación.....	43
2.2.4.4. Selección de las unidades de muestreo para la inspección .....	44
2.2.4.5. Levantamiento visual de fallas en el pavimento .....	45
2.2.4.6. Ejemplo de la aplicación del método PCI en el pavimento flexible.....	48
2.2.4.6.1. Cálculo del valor Corregido del PCI-Pavimento Flexible.....	49
2.2.4.6.2. Cálculo de los Valores Deducidos Corregidos .....	49
2.2.5. Mantenimiento y rehabilitación.....	62
2.2.5.1. Mantenimiento en el proceso de deterioro .....	62
2.2.5.2. Tipo de mantenimientos .....	63
2.3. Definición de términos básicos .....	65
<b>III. Materiales y métodos.....</b>	<b>67</b>
3.1. Hipótesis y variables.....	67
3.1.1. Formulación de la Hipótesis.....	67
3.2. Variables- Operacionalización .....	67
3.2.1. Variables .....	67
3.2.2. Operacionalización .....	67
3.3. Objetivos .....	68
3.3.1. Objetivo general.....	68
3.3.2. Objetivos específicos.....	68
3.4. Diseño metodológico.....	68
3.4.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis .....	68
3.4.2. Población, muestra de estudio y muestreo .....	69
3.4.2.1. Población .....	69
3.4.3. Muestra de estudio.....	70
3.4.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	70
3.4.5. Plan de procesamiento de análisis de datos .....	73
3.4.5.1. Estudio de tráfico.....	73
3.4.5.2. Unidades de muestra y procedimiento de inspección .....	73
3.4.5.2.1. División del pavimento en unidades de muestra .....	73
3.4.5.2.2. Procedimiento de inspección para la evaluación superficial .....	76

3.4.5.2.3. Cantidad de calicatas a explorar .....	76
3.5. Consideraciones Éticas.....	77
IV. Resultados y discusión .....	78
4.1. Resultados .....	78
4.1.1. Determinación del estudio de tráfico.....	78
4.1.2. Determinación del índice de estado del pavimento .....	83
4.1.2.1. Resultados de la evaluación del estado superficial del pavimento flexible .....	85
4.1.2.1.1. Resumen de las fallas encontradas en el pavimento flexible.....	112
4.2. Propuesta de intervención.....	117
4.2.1. Matriz de intervención .....	117
4.3. Resultados de la evaluación del estado estructural del pavimento flexible. ....	124
4.3.1. Ensayos in situ .....	124
4.3.1.1. Densidad de campo:.....	124
4.3.2. Ensayos de laboratorio .....	125
4.3.2.1. Análisis Granulométrico, contenido de humedad y Límites de Atterberg. ....	125
4.3.2.2. Sales solubles totales. ....	126
4.3.2.3. Próctor modificado y CBR (Relación de soporte de California) .....	127
4.3.2.4. Porcentaje (%) de equivalente de arena .....	127
4.3.2.5. Porcentaje (%) de desgaste por medio de máquina de los Ángeles .....	128
4.3.2.6. Porcentaje (%) de partículas chatas y alargadas .....	128
4.3.2.7. Lavado asfáltico .....	129
4.4. Discusión .....	130
4.4.1. Interpretación de resultados en base a la evaluación superficial del pavimento flexible. ....	130
4.4.2. Interpretación de resultados con lo referente a la evaluación estructural del pavimento flexible.....	131
V. Conclusiones .....	136
VI. Recomendaciones .....	138
VII. Referencias.....	139
VIII. Anexos.....	140
Anexo A: Conteo de tráfico .....	140
Anexo B: Curvas de valor deducido .....	147
Anexo C: Fotografías de fallas .....	151
Anexo D: Fotografías de exploración en campo (calicatas) .....	157
Anexo E: Fotografías de ensayo de laboratorio .....	160

<b>Anexo F:</b> Identificación de fallas por unidad de muestra en las calles de estudio. ....	164
<b>Anexo G:</b> Puntos específicos para la exploración a cielo abierto (calicatas).....	171
<b>Anexo H:</b> Resultados de la gráfica de “Valores deducidos” .....	172

## Lista de figuras

Fig. 1. Piel de cocodrilo .....	21
Fig. 2. Exudación .....	22
Fig. 3. Agrietamiento en Bloque .....	23
Fig. 4. Abultamientos .....	24
Fig. 5. Hundimientos .....	25
Fig. 6. Corrugación. ....	26
Fig. 7. Depresión. ....	27
Fig. 8. Fisuras de borde. ....	28
Fig. 9. Grietas de reflexión de juntas .....	29
Fig. 10. Desnivel- carril.....	30
Fig. 11. Fisuras longitudinales.....	31
Fig. 12. Fisuras transversales.....	31
Fig. 13. Parche .....	32
Fig. 14. Parche de cortes utilitarios. ....	32
Fig. 15. Agregado pulido.....	33
Fig. 16. Huecos .....	34
Fig. 17. Cruce de vía Férrea .....	35
Fig. 18. Ahuellamiento.....	36
Fig. 19. Desplazamiento. ....	37
Fig. 20. Fisura parabólica. ....	38
Fig. 21. Hinchamiento .....	39
Fig. 22. Desprendimiento de Agregados. ....	40
Fig. 23. Abaco de la falla Piel de cocodrilo.....	49
Fig. 24. Abaco para determinar el valor del máximo valor deducido. ....	50
Fig. 25. Vista en planta del distrito de Pitipo.....	69
Fig. 26. Delimitación de la zona de estudio.....	69

## Lista de tablas

Tabla 1. Profundidad máxima de hueco según el diámetro medio.....	34
Tabla 2: condiciones del pavimento. ....	41
Tabla 3: Unidad de Muestreo. ....	43
Tabla 4: Formato para el diagnóstico de la superficie del pavimento .....	45
Tabla 5: Formato Para las Interacciones del Cálculo del CDV.....	48
Tabla 6: Formato Para las Interacciones del Cálculo del CDV.....	48
Tabla 7: Carga Abrasiva.....	58
Tabla 8: Granulometría de la muestra de agregado para ensayo .....	59
Tabla 9: Requerimientos granulométricos para bases granulares .....	60
Tabla 10: Requerimientos agregado grueso.....	60
Tabla 11: Requerimientos agregado fino.....	61
Tabla 12: Requerimientos granulométricos para sub bases granulares. ....	61
Tabla 13: Requerimientos de ensayos especiales .....	62
Tabla 14: Operacionalización de la variable única .....	67
Tabla 15: Formato para conteo de vehículos .....	73
Tabla 16: Unidades de muestra-Av.: Luis Heysen (Km 0+000 - 0+235.87).....	74
Tabla 17: Unidades de muestra-CA: Manuel Seoane corrales –tramo 1 (Km 0+000 - 0+164.60)....	74
Tabla 18: Unidades de muestra-CA: Los Parques (Km 0+000 - 0+240.16) .....	75
Tabla 19: Unidades de muestra-CA: Miguel Grau (Km 0+000 - 0+231.59).....	75
Tabla 20: Unidades de muestra-Av.: Garcilaso de la Vega (Km 0+000 - 0+277.76).....	76
Tabla 21: Tráfico vehicular promedio diario semanal .....	78
Tabla 22: Cálculo del IMDa .....	80
Tabla 23: Tráfico actual por tipo de vehículo .....	80
Tabla 24: Proyección del tráfico actual con proyecto .....	82
Tabla 25: Tipos de fallas en pavimento flexible .....	83
Tabla 26: Grados de Severidad en pavimento flexible .....	83
Tabla 27: Formato para determinar el Índice de condición del Pavimento Flexible .....	84
Tabla 28: Hoja de registro de la Unidad de muestra U1 .....	85
Tabla 29: Hoja de registro de la Unidad de muestra U2 .....	87
Tabla 30: Hoja de registro de la Unidad de muestra U3 .....	89
Tabla 31: Hoja de registro de la Unidad de muestra U4 .....	91
Tabla 32: Hoja de registro de la Unidad de muestra U7 .....	93
Tabla 33: Hoja de registro de la Unidad de muestra U8 .....	95
Tabla 34: Hoja de registro de la Unidad de muestra U1 .....	97

Tabla 35: Hoja de registro de la Unidad de muestra U2 .....	99
Tabla 36: Hoja de registro de la Unidad de muestra U1 .....	101
Tabla 37: Hoja de registro de la Unidad de muestra U2 .....	103
Tabla 38: Hoja de registro de la Unidad de muestra U5 .....	105
Tabla 39: Hoja de registro de la Unidad de muestra U10 .....	107
Tabla 40: Hoja de registro de la Unidad de muestra U2 .....	109
Tabla 41: Resumen de Fallas del Pavimento .....	112
Tabla 42: Resumen del Estado Superficial del pavimento flexible en cada unidad de muestreo ....	114
Tabla 43: Matriz de alternativa de intervención en la Av. Luis Heysen .....	118
Tabla 44: Matriz de alternativa de intervención en la CA. Manuel Seoane Corrales .....	120
Tabla 45: Matriz de alternativa de intervención en la CA. Los Parques .....	121
Tabla 46: Matriz de alternativa de intervención en la CA. Miguel Grau .....	122
Tabla 47: Matriz de alternativa de intervención en la Av. Garcilaso de la Vega .....	123
Tabla 48: Resultados de densidad de campo para la Sub Base Granular. ....	124
Tabla 49: Resultados de densidad de campo para la Sub Rasante. ....	124
Tabla 50: Registro exploratorio en la Av. Garcilaso de la Vega y la Av. Luis Heysen. ....	125
Tabla 51: Resumen de resultados de granulometría, contenido de humedad y límites de Atterberg. .....	126
Tabla 52: Resumen de sales solubles en PPM y % .....	126
Tabla 53: Resumen de resultados próctor modificado y CBR al 95% en la sub base .....	127
Tabla 54: Resumen de resultados próctor modificado y CBR al 95% en la sub rasante .....	127
Tabla 55: Resumen de resultados sobre el % Equivalente de Arena.....	127
Tabla 56: Resumen de resultados sobre Abrasión “Los Ángeles” .....	128
Tabla 57: Resumen de resultados de partículas chatas y alargadas.....	128
Tabla 58: Resumen de resultados sobre contenido de asfalto. ....	129
Tabla 59: Resultado de exploración en campo .....	131
Tabla 60: Comparación de espesores entre el registro exploratorio con el expediente técnico .....	132
Tabla 61: Discusión de resultados para el agregado fino.....	132
Tabla 62: Discusión de resultados para el agregado grueso.....	133
Tabla 63: Discusión de resultados para CBR-sub base.....	133
Tabla 64: Discusión de resultados para CBR-sub rasante.....	133
Tabla 65: Gradación Mezcla asfáltica –Calicata N°01 .....	134
Tabla 66: Gradación Mezcla asfáltica –Calicata N°02 .....	134
Tabla 67: Gradación Mezcla asfáltica –Calicata N°03 .....	135

## Lista de gráficos

Gráfico 1. Curva deterioro vs tiempo en pavimentos .....	62
Gráfico 2. Zonas de mantenimiento según el valor PCI .....	64
Gráfico 3. Composición vehicular .....	78
Gráfico 4. Incidencia de falla U1.....	86
Gráfico 5. Incidencia de valor deducido U1 .....	86
Gráfico 6. Incidencia de falla U2.....	88
Gráfico 7. Incidencia de valor deducido U2 .....	88
Gráfico 8. Incidencia de falla U3.....	90
Gráfico 9. Incidencia de valor deducido U3 .....	90
Gráfico 10. Incidencia de falla U4.....	92
Gráfico 11. Incidencia de valor deducido U4 .....	92
Gráfico 12. Incidencia de falla U7.....	94
Gráfico 13. Incidencia de valor deducido U7 .....	94
Gráfico 14. Incidencia de falla U8.....	96
Gráfico 15. Incidencia de valor deducido U8 .....	96
Gráfico 16. Incidencia de falla U1.....	98
Gráfico 17. Incidencia de valor deducido U1 .....	98
Gráfico 18. Incidencia de falla U2.....	100
Gráfico 19. Incidencia de valor deducido U2 .....	100
Gráfico 20. Incidencia de falla U1.....	102
Gráfico 21. Incidencia de valor deducido U1 .....	102
Gráfico 22. Incidencia de falla U2.....	104
Gráfico 23. Incidencia de valor deducido U2 .....	104
Gráfico 24. Incidencia de falla U5.....	106
Gráfico 25. Incidencia de valor deducido U5 .....	106
Gráfico 26. Incidencia de falla U10.....	108
Gráfico 27. Incidencia de valor deducido U10 .....	108
Gráfico 28. Incidencia de falla U2.....	110
Gráfico 29. Incidencia de valor deducido U2 .....	110
Gráfico 30. Estadística de fallas en el pavimento flexible .....	113
Gráfico 31. Porcentaje de cada falla del pavimento flexible.....	113
Gráfico 32. Estado de las vías en estudio según el rango de calificación del pavimento .....	115
Gráfico 33. Estado de las vías en estudio según el rango de calificación del pavimento .....	116
Gráfico 34. Porcentaje de condición de pavimento de las unidades de nuestra .....	116

## Resumen

El presente trabajo nace con la necesidad de evaluar el estado actual del pavimento flexible tanto superficial como estructural en la zona crítica del distrito de Pítipo, aplicando el método del índice de condición de pavimento (PCI), para obtener el valor de irregularidad de la superficie del pavimento y la condición del estado del mismo. Para el análisis estructural se obtendrán calicatas necesarias para ser analizarlas en laboratorio de suelos y agregados, para así determinar las posibles fallas encontradas. Así mismo, atender la situación problemática que pasan los conductores y peatones que transitan las calles del distrito, debido al mal estado que se encuentran. Esta situación nos lleva a la siguiente interrogante: ¿En qué estado superficial y estructural se encuentra el pavimento flexible del distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque? Por ello, la elaboración de este proyecto de investigación permitirá a las autoridades competentes su aprobación para gestionar un mejoramiento a la pavimentación de estas calles del distrito y así mejorar la calidad de vida de la población.

**Palabras claves:** Evaluar, Pavimento flexible, Índice de condición de pavimento, calicatas, fallas.

## Abstract

The present work was born with the need to evaluate the current state of both superficial and structural flexible pavement in the critical zone of the Pitipo district, applying the pavement condition index (PCI) method, to obtain the value of surface irregularity of the pavement and the condition of the state of the same. For the structural analysis, the necessary pits will be obtained to be analyzed in the soil and aggregates laboratory, in order to determine the possible faults found. Likewise, address the problematic situation faced by drivers and pedestrians who travel the streets of the district, due to the poor condition they are in. This situation leads us to the following question: In what superficial and structural state is the flexible pavement of the Pitipo district, Ferreñafe province, Lambayeque department? Therefore, the development of this research project will allow the competent authorities to approve it to manage an improvement to the paving of these streets in the district and thus improve the quality of life of the population.

**Keywords:** Evaluate, Flexible pavement, Pavement condition index, pits, faults.

## **I. Introducción**

La mayor parte de la avenida principal y sus calles del distrito de Pítipo, actualmente se encuentran en mal estado, a pesar que se realizó un mejoramiento de transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Luis Heysen y la Av. Garcilaso de la Vega, se encuentran en pésimas condiciones en el pavimento flexible. Además estas vías son muy transitadas, en la que circulan vehículos pesados como: camiones de carga, tráiler y volquetes, también vehículos livianos como: combis, autos, camionetas, entre otros. El tiempo de vida desde que fue ejecutado el proyecto de mejoramiento es aproximadamente 6 años, y está presentando deterioros en la superficie de rodadura y posiblemente en su estructura, creando incomodidad en los usuarios que transitan por la zona. Las demás calles del distrito de Pítipo su tiempo de vida útil de la pavimentación ha caducado ya que han pasado más de 20 años desde su ejecución que fue en el año 1997. El distrito de Pítipo, cuenta con una extensión de 22.95 Ha y la cobertura de la pavimentación representa el 73.69%, de las cuales se realizará la evaluación del pavimento en las zonas más críticas en el proyecto de investigación denominado: Evaluación del estado superficial y estructural en zonas críticas del pavimento flexible en distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque en el año 2019. El 26.21% representa a las calles que se encuentran sin pavimentar.

Este proyecto servirá a las autoridades y pobladores del distrito de Pítipo para conocer el estado actual de las calles urbanas, los cuales constituyen necesidades fundamentales para la vida de la comunidad; del mismo modo dar a conocer los baches o huecos que presenta el pavimento flexible y que en épocas de lluvia estos, se convierten en charcos de barro generando un peligro en conductores y peatones. Al conocer la situación actual de la calles del distrito de Pítipo, las autoridades competentes podrían plantear proyectos de mejora.

La trascendencia de este estudio es obtener datos que servirán como referencia para elaborar futuros proyectos como un mejoramiento en la pavimentación de la zona en estudio y que tengan influencia directa en una mejor calidad de vida para los pobladores del distrito de Pítipo, preservando su salud y contribuyendo al óptimo desarrollo de sus actividades cotidianas.

## **II. Marco teórico**

### **2.1. Antecedentes del problema**

La mala transitabilidad vehicular y peatonal es un problema que se observa con frecuencia tanto en las zonas urbanas como rurales, sin embargo los países de Latinoamérica en su mayoría no se preocupa por mejorar esta situación que aquejan a sus mismos pobladores y a los migrantes. En cambio en los países de Europa han logrado sobrepasar este problema en su totalidad.

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

**Ing. Tabares G.R [1] en el año 2015, desarrolló la Tesis Maestría: “Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible en la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en la fase 1 de la vía de acceso al barrio Ciudadela del Café- vía la Badea”.**

En este informe de tesis se menciona que para realizar el diagnóstico de esta vía se utilizaron dos métodos para la evaluación del pavimento flexible, los que a continuación se mencionan: Método VIZIR Y el Método Índice de Condición de Pavimento (PCI) para determinar el análisis superficial del pavimento y consecutivamente a ello, verificar el estado en el cual se encontraba y de acuerdo a ese análisis se plantearon decisiones de intervención para un mantenimiento y/o rehabilitación.

**Ing. Cazorla Artiles M [2] en el año 2012, desarrolló la Tesis Maestría: “Metodología de la evaluación del pavimento flexible y propuesta de soluciones de Rehabilitación de un tramo de carretera, a partir de la inspección visual”.**

Se realizó una inspección visual en un tramo de vía, utilizando el método VIZIR para el análisis de datos extraídos en campo y de acuerdo a las características presentadas en el pavimento flexible se pudo levantar información con respecto a daños encontrados.

El objetivo de esta evaluación fue obtener resultados homogéneos a partir del método Visión e Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo (VIZIR), para luego compararlos con el método Índice de condición de pavimento (PCI) y proponer alternativas de solución como es la rehabilitación de pavimentos.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Rodríguez [3] en el año 2009, desarrolló la Tesis “Cálculo del Índice de Condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla – Piura”.**

Para analizar la condición del pavimento flexible de la parte superficial del mismo, se escogió un tramo de 1200 metros lineales de la Av. Luis Montero, distrito de Castilla-Piura, aplicando el método PCI, para determinar las posibles fallas presentes en dicho pavimento. Además, se menciona que existen bajos rangos de mantenimiento en los pavimentos en esta ciudad de Piura y las autoridades competentes no le toman mucha importancia a este tipo de infraestructuras que son fundamentales para una adecuada transitabilidad vehicular y sobre todo para mejorar la economía de la ciudad y del país.

Se concluye que la pavimentación del tramo de estudio de la Av. Luis Montero se encuentra como estado Regular y se define un índice de condición de pavimento (PCI) de 49. Esta condición fue gracias al mantenimiento que se realizó en el año 2008 y las fallas que presentaron fueron menores. Finalmente, en las recomendaciones se mencionaron algunas medidas de intervención como planes de mantenimientos preventivos y/o correctivos.

**Quiñones Paucar [4] en el año 2017, desarrollo la Tesis, “Diagnostico y Diseño vial del pavimento flexible: Avenida Alfonso Ugarte (Tramo: Carretera Central-Avenida Ferrocarril, en el distrito de Hualhuas. Provincia de Huancayo 2016”.**

En esta tesis de investigación se realizó una metodología aplicando el índice de condición de pavimentos (PCI) con referencia de la norma AASTHO-1993, para determinar la evaluación del estado superficial del pavimento flexible. En el análisis de condición estructural se realizó una exploración en campo mediante 5 calicatas (ensayo destructivo), para evaluar las muestras ensayadas en laboratorio de suelos y agregados.

Se concluyó que el estado superficial presenta un desgaste porcentual de 34.15% (PCI=34.15), por lo que se considera una condición de pavimento malo y con respecto al estado estructural del pavimento flexible de esta Avenida Alfonso Ugarte se encuentra deteriorado y se define un número estructural de  $SN=3.08$ .

### **2.1.3. Antecedentes locales**

**Huangal Castañeda N [5] en el año 2017, desarrolló la Tesis. Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la vía canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016.**

Se realizó una evaluación del estado superficial del pavimento rígido mediante el método Índice de condición de pavimento (PCI) en el distrito José Leonardo Ortiz. Aplicando la metodología con la norma ASTM 6433, la cual se establecen y se clasifican los daños encontrados en el pavimento rígido. Se concluye que es necesario realizar mantenimiento adecuado en la pavimentación de este distrito, puesto que son vías urbanas de gran importancia.

En cuanto a proyectos de inversión del aspecto vial en la localidad de Pítipo, se realizó un proyecto de construcción y recuperación en la calle: Francisco Muro Moreno y las avenida: Av. Luis Heysen y la Av. Garcilaso de la Vega que fue ejecutado en el año 2015 y que a la fecha se registran patologías en la pavimentación.

## **2.2. Bases Teórico-Científicas.**

Entre las Bases Teóricas–Científicas más importantes y actualizadas a considerar de acuerdo con el proyecto de investigación denominado: “Evaluación del estado superficial y estructural en zonas críticas del pavimento flexible en el distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque en el año 2019”, se mencionan los siguientes:

### **2.2.1. Evaluación del Pavimento**

La evaluación de pavimentos nos permite conocer el estado en que encuentra la superficie y estructura del mismo; es decir, analizar las deficiencias presentes en el pavimento y después tomar medidas necesarias para una intervención ya sea para una reparación, mantenimiento y/o mejoramiento. La importancia de esta evaluación es que nos permite detectar a tiempo posibles fallas que se pueden encontrar en pavimentos de tipo flexible o rígido y de esta manera establecer medidas correctivas para lograr una buena condición de serviciabilidad, seguridad y sobre todo comodidad para los usuarios que transitan por la vía.

### **2.2.1.1. Tipos de evaluación de pavimento**

Para obtener una correcta evaluación de pavimentos, se requiere de estudios en cuanto a su condición tanto funcional como estructural. Entre los tipos de evaluación tenemos:

#### **A. Evaluación funcional**

La evaluación funcional se refiere al estado general de las condiciones del pavimento, las fallas o deficiencias que pueden estar presente en la superficie del pavimento, afectando a la economía, la comodidad y seguridad de las personas que transitan las vías. Frente a ello, existen métodos para esta evaluación, entre los principales tenemos: Índice de Condición de Pavimento PCI y VIZIR, los cuales nos ayudan a tener un indicativo referencial de su condición.

#### **B. Evaluación estructural**

La evaluación estructural del pavimento permite realizar el análisis en los distintos espesores de capas que componen la estructura (carpeta estructural). Para ello, se realizan ensayos de laboratorio, lo cual se extraen muestras mediante una exploración a campo abierto (calicatas), considerado como un ensayo destructivo y los ensayos de deflectometría que se realizan mediante un equipo “Viga Benkelman”(ensayo no destructivo), el cual determina las deflexiones en un punto de carga en el pavimento. Se tiene el caso de una rehabilitación que cuenta con materiales que han sufrido deterioro a causa de tránsito consecutivo de los vehículos pesados y livianos, como también de agentes climáticos [6].

Además, es necesario tomar en cuenta los siguientes trabajos tales como: Evaluación superficial de la condición del pavimento, evaluación en cuanto al sistema de drenaje, verificación de espesores de capas (sub base, base y la carpeta asfáltica) según normativa y la medición de deflexiones que pueden presentar el pavimento [6].

### **2.2.2. Importancia de la Evaluación de Pavimentos**

La evaluación de pavimentos es importante, ya que permite determinar las patologías presentes en la superficie y la carpeta estructural del pavimento, y por consiguiente a ello se toma la decisión de elaborar un adecuado análisis en zonas donde se presentan deterioros en la pavimentación, con el objetivo de aplicar medidas tales como: mantenimientos preventivos y/o correctivos y rehabilitación.

### **2.2.2.1. Fallas en los pavimentos**

Es una serie de daños que perjudican a la funcionalidad y serviciabilidad del pavimento, creando inseguridad al tránsito vehicular, ya que producen deficiencias en calidad superficial y estructural. Según su origen y naturaleza se describen los siguientes factores:

- Mala calidad de los materiales durante el proceso de ejecución.
- Deficiencias en los diseños estructurales, lo que resultan inadecuados e insuficientes en la etapa de vida del pavimento.
- Falta de mantenimiento por motivos de insuficientes recursos.
- Insuficiencia de drenaje superficial, para evitar las acumulaciones de aguas de lluvias prolongadas.
- Factores climáticos regionales desfavorables. [6].

Estas fallas pueden dividirse en:

#### **A. Fallas funcionales:**

Se pierde la función inicial de diseño en la pavimentación; es decir, están ligeramente ligadas a la carpeta asfáltica, lo que permite una mala calidad en el uso de la superficie de rodadura, asimismo la pérdida de fricción superficial [6].

#### **B. Fallas estructurales:**

Son daños que presentan un nivel alto de gravedad que afecta al paquete estructural, refiriéndose a las capas que conforman el pavimento (sub base, base y carpeta asfáltica), lo que ocasiona inseguridad en la transitabilidad y sobre todo la pérdida de resistencia de las solicitaciones para las cuales fue diseñado el pavimento [6].

## 2.2.3. Tipos de fallas en el pavimento Flexible según el Manual del ASTM D6433

### 2.2.3.1. Piel de cocodrilo

Son grupos o series de fisuras que están interconectadas entre sí y pueden representarse como agrietamiento por fatiga, ya que están sujetas a cargas de tráfico muy consecutivas, afectando hasta la parte inferior de la carpeta asfáltica llegando hasta la base donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son elevados, formando una serie de fisuras longitudinales conectados entre sí que forman polígonos irregulares. La causa principal de esta falla es debido al envejecimiento del asfalto [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: Presenta grietas finas de forma paralela con unas pocas o ningunas interconectadas, en lo cual no se descascaran con anchos menores a 10 mm.
- Medio: Grietas que se descascaran de manera ligera con anchos entre 10 a 25 mm.
- Alto: Grietas que presentan anchos mayores a 25 mm de ancho.

#### Medida:

Este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

#### Opciones de reparación:

Bajo: Sellado superficial

Medio: Parcheo profundo o Sobrecarpeta.

Alto: Parcheo profundo o reconstrucción

**Fig. 1.** Piel de cocodrilo



**Fuente:** Sánchez Chávez

### 2.2.3.2. Exudación.

La exudación está formada por película de material bituminoso que se origina y se expande en una zona específica de la superficie de rodadura, esto puede originarse con más frecuencia en tiempos muy calurosos, formando una superficie brillante, resbaladiza y reflectante, sobretodo resbaladizo [3].

Las causas de esta falla son: exceso de ligante asfáltico en el diseño de mezcla, aplicación de un ligante asfáltico poco rígido, uso excesivo de un sello bituminoso y un deficiente porcentaje de vacíos [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: Es cuando la exudación no es muy notable, puesto que dura algunos días del año.
- Medio: Es cuando la exudación es notable, ya que dura algunas semanas del año y puede ocurrir que el asfalto se pegue con los neumáticos de vehículos.
- Alto: Se considera muy notable y se extiende en gran parte a un área determinada del pavimento durando varias semanas al año.

#### Medida:

Su unidad de medida se da en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

#### Opciones de reparación:

Bajo: No se hace nada.

Medio y Alto: Se coloca arena / agregados y cilindrado.

**Fig. 2.**Exudación



**Fuente:** Rodrigo Martínez

### 2.2.3.3. Agrietamiento en bloque

Grietas que se interconectan de forma rectangular con diferentes tamaños, con dimensiones aproximadas de 0.30 x 0.30 m hasta 3.00 x 3.00 m.

Las causas de este tipo de falla son: la contracción del concreto asfáltico y la variación de temperatura, que origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria. Además, se puede entender que este tipo de falla no se origina en solicitaciones extremas de carga vehicular [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: Son fisuras poco notables, pero que si se encuentran interconectadas, y tienen anchos menores a 10 mm.
- Medio: Son grietas interconectadas de moderada severidad, y presentan anchos entre 10 y 25 mm.
- Alta: Son grietas interconectadas muy definidas, y presentan anchos mayores a 25 mm.

#### Medida:

Este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

#### Opciones de reparación:

Bajo: Realizar sellado de grietas con ancho mayor a 3.0mm, aplicando riego de liga.

Medio y alto: Realizar sellado de grietas, reciclado superficial, escarchado en caliente y Sobrecarpeta

**Fig. 3.** Agrietamiento en Bloque



**Fuente:** Sánchez Chávez

#### 2.2.3.4. Abultamientos y hundimientos

Son aquellos desplazamientos que pueden distorsionar el perfil del pavimento ya que estos van de arriba hacia debajo de la superficie de rodadura. Las causas que originan este tipo de fallas son principalmente la acumulación del material en una fisura que en conjunto con las cargas vehiculares generan estos abultamientos y hundimientos, la expansión del suelo de fundición y los deterioros en el drenaje pluvial [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: Es cuando se presenta una baja calidad en el tránsito vehicular.
- Medio: Cuando existe una moderada calidad de tránsito.
- Alto: Presencia de un alto nivel de severidad en cuanto a la calidad de tránsito.

#### Medida:

Estas fallas se representan en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

#### Opciones de reparación:

Bajo: No se hace nada.

Medio: Realizar parcheo profundo o parcial, reciclado en frío.

Alto: Realizar parcheo profundo o parcial, reciclado en frío, Sobrecarpeta.

**Fig. 4.** Abultamientos



**Fuente:** Sánchez Chávez

**Fig. 5. Hundimientos**

**Fuente:** Sánchez Chávez

### **2.2.3.5. Corrugación**

La corrugación es un conjunto de ondulaciones interceptadas que están constituidas por cimas y depresiones, se encuentran espaciadas en su mayoría con un aproximado menores a 3.00 m a lo largo del pavimento. Además, la causa principal de esta falla es por la inestabilidad de las capas superficiales y también por las continuas cargas vehiculares [3] .

Niveles de severidad:

- Bajo: Esta falla genera una baja calidad de tránsito.
- Medio: Esta falla genera también mala calidad de tránsito
- Alto: Esta falla genera un alto nivel de severidad en cuanto a la calidad de tránsito.

**Medida:**

Esta falla de corrugación se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Opciones de reparación:**

Bajo: No se hace nada.

Medio y Alto: Se requiere de reconstrucción.

**Fig. 6.** Corrugación.



**Fuente:** Wilfredo Tejerina.

#### **2.2.3.6. Depresión**

Las depresiones son áreas que se encuentran muy localizadas en la superficie del pavimento y que por la acción de la lluvia estas aguas se llegan a empozar dentro de ellas, volviendo muy notoria a este tipo de falla.

Las causas de estas depresiones son por asentamientos en la sub rasante, generando consecuencias como la rugosidad en la superficie del pavimento. Además puede ocasionar problemas de hidropneumático cuando las áreas de pavimento están llenas de agua y esto puede eliminar la adherencia entre las ruedas de los vehículos con la superficie de rodadura [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: Presenta una severidad baja cuya altura varía entre 13.0 a 25.0 mm.
- Medio: Presenta una severidad media cuya altura varía entre 25.0 a 50.0 mm.
- Alto: Se considera una severidad alta con una altura mayor de 50.0 mm.

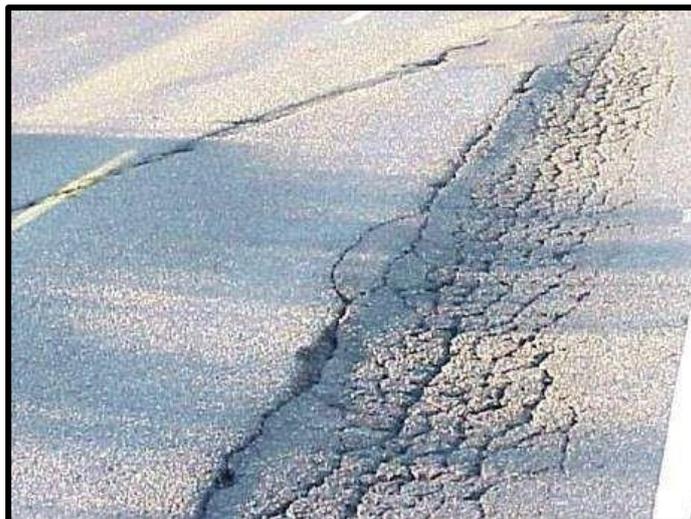
#### **Medida:**

Este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

#### **Opciones de reparación:**

Bajo: No se hace nada.

Medio y Alto: Parcheo superficial, parcial o profundo.

**Fig. 7.** Depresión.

**Fuente:** Wilfredo Tejerina

### **2.2.3.7. Grieta de Borde**

Esta falla como es la grieta de borde es producido por la carga de tránsito, originando debilitamiento de la base o de la sub rasante en las áreas que se encuentran muy cercanas al borde del pavimento [3].

Las causas de este tipo de falla son principalmente las condiciones climáticas o el efecto abrasivo de arena suelta en el borde del pavimento, ocasionando problemas de peladuras que conducen a la desintegración y que podrían producirse desprendimientos del mismo [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: El fisuramiento se da sin fragmentación o desprendimiento, con una severidad baja.
- Medio: Fisuramiento que también se da con fragmentación o desprendimiento, pero con una severidad media.
- Alto: En este tipo de falla, la desintegración se da en el borde del pavimento.

#### **Medida:**

Su unidad de medida está en metros lineales (ml).

#### **Opciones de reparación:**

Bajo: No se hace nada.

Medio: Sellado de grietas.

Alto: Parcheo parcial – profundo.

**Fig. 8.** Fisuras de borde.



**Fuente:** Sánchez Chávez

#### **2.2.3.8. Grieta de reflexión de junta**

Este tipo de fallas son producidas por el movimiento de una losa de concreto (pavimento rígido) frente a un pavimento flexible, que a causa de la temperatura o humedad, generan este tipo de movimientos. Como consecuencia de estas grietas expuestas a la superficie, la carga vehicular constante puede causar rotura en la carpeta asfáltica [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: Fisuras con anchos menor a 10mm, por lo cual no provocan golpeteo cuando se transporta en cualquier tipo de vehículo.
- Medio: Fisuras sin relleno con anchos mayores o iguales a 10 mm pero menores a 75mm y fisuras con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad.
- Alto: Fisuras sin relleno con anchos mayor a 75 mm y fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está fracturado [3].

#### **Medida:**

Este tipo de falla se mide en metros lineales (ml).

#### **Opciones de reparación:**

Bajo: Realizar sellado con ancho mayor a 3.00 mm.

Medio: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

Alto: Parcheo parcial o reconstrucción de la junta.

**Fig. 9.** Grietas de reflexión de juntas



**Fuente:** Rodríguez Velázquez

#### **2.2.3.9. Desnivel carril-berma**

Es la diferencia de desnivel entre el borde del pavimento con el nivel de berma. Las causas principales de este tipo de fallas son: por asentamiento y erosión de la berma o por una acción de recapeo (nueva capa asfáltica) deficiente, sin tener la nivelación requerida con la berma [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: El desnivel que existe entre el borde de pavimento con la berma tiene un rango de 25.0 y 50.0 mm.
- Medio: El desnivel que existe, tiene una diferencia de 25.0 y 50.0 mm.
- Alto: El desnivel que existe entre el borde de pavimento con la berma es mayor a 100.00mm.

#### **Medida:**

La unidad de medida se da en metros lineales (ml).

#### **Opciones de reparación:**

Bajo, medio y alto; requiere realizar renivelación de las bermas para quedar al nivel de carril.

**Fig. 10.** Desnivel- carril

**Fuente:** Rodríguez Velásquez

### 2.2.3.10. Grietas longitudinales y transversales

Las grietas de tipo longitudinal están paralelas a la vía o a la línea direccionada a la construcción del pavimento y las grietas transversales se generan perpendicular al de la carretera. Para que se origine este tipo de fallas, existen juntas de construcción de baja calidad o porque no se han construido estas y también por la variación de temperatura que existe a diario [3].

Niveles de severidad:

- Baja: Presentan fisuras sin relleno con un ancho menor a 10mm y fisuras con rellenos que pueden ser de cualquier ancho.
- Medio: Fisuras sin relleno con un ancho mayor o igual a 10 mm pero menor a 75 mm, y fisuras con relleno de cualquier ancho y pueden estar rodeado con fisuras de baja severidad en forma aleatoria.
- Alta: Presentan fisuras sin relleno con un ancho mayor a 75 mm y también pueden estar rodeados de fisuras de forma aleatoria pero de mediana o alta severidad.

#### **Medida:**

Falla que también se mide en metros lineales (ml).

Opciones de reparación:

Bajo y medio: Sellado de grietas

Alto: Sellado de grietas. Parcheo parcial.

**Fig. 11.** Fisuras longitudinales.



**Fuente:** Sánchez Chávez

**Fig. 12.** Fisuras transversales



**Fuente:** Rodríguez Velásquez.

#### **2.2.3.11. Parcheo**

Un parche es considerado un área de pavimento que ha sido reparado; es decir, reemplazo de un pavimento deteriorado o en mal estado. Además, existen parches de cortes utilitarios, que se puede entender como parches colocados después de realizar trabajos de corte en el pavimento con el fin de reparar tuberías de agua o desagüe, instalación de cables de telefonía, internet entre otros. Las consecuencias frente a estos parches es la disminución en el nivel de servicio de transitabilidad [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: El parche presenta una baja calidad del tránsito.

- Medio: El parche se considera moderadamente deteriorado, y es por ello que la calidad del tránsito se considera como una severidad media.
- Alto: El parche presenta deterioros de alta severidad.

**Medida:**

La unidad de medida es en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Opciones de reparación:**

Bajo: No se hace nada.

Medio y Alto: Sustitución del parche.

**Fig. 13.** Parche



**Fuente:** Rodríguez Velásquez

**Fig. 14.** Parche de cortes utilitarios.



**Fuente:** Sánchez Chávez

### 2.2.3.12. Pulimiento de agregados

Esta falla ocurre cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, generando pérdida de resistencia al deslizamiento del pavimento. Las causas que generan este tipo de falla son principalmente por las acciones de cargas repetitivas de vehículos, inadecuada proporción de agregados sobre la superficie del pavimento, ausencia de aspereza o textura del pavimento sin contribuir a reducir la velocidad de vehículos, partículas insuficientes de agregado angular para contribuir con una adecuada adherencia del pavimento con las ruedas de los vehículos [3].

Niveles de severidad:

- No se estima ningún nivel.

**Medida:**

Falla que se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Opciones de reparación:**

Bajo, medio y alto: No se hace nada, tratamiento superficial, fresado y Sobrecarpeta.

**Fig. 15.** Agregado pulido.



**Fuente:** Rodríguez Velásquez

### 2.2.3.13. Huecos

Son pequeñas depresiones con diámetros menores a 900 mm que se generan en la parte superficial del pavimento. Este tipo de falla presenta en su mayoría bordes agudos y lados verticales cercanos a la zona superior de la misma. Estos huecos son ocasionados por un conjunto de factores tales como: mezclas de baja calidad en la superficie de rodadura, mal diseño en la capa de base o de la sub rasante, o también cuando se ha originado la condición de piel de cocodrilo de alta severidad [7].

Niveles de severidad:

- Los huecos que tienen un diámetro menor a 762mm se relacionan con la profundidad máxima de los mismos, caso muy diferente ocurre que cuando el diámetro es mayor a 762mm el área afectada estos se miden en pies cuadrados(o metros cuadrados), por consiguiente se divide entre 5 pies cuadrados (pies<sup>2</sup>) o 0.47 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) para luego hallar cantidad de huecos equivalentes. Con respecto a la profundidad, esta es menor o igual que 25mm y se considera como hueco de severidad media y si por el contrario es mayor o igual que 25mm esta falla se define como severidad alta [7].

**Tabla 1.** Profundidad máxima de hueco según el diámetro medio

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

**Fuente:** Rodríguez Vásquez

**Medida:**

Este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Opciones de reparación:**

Bajo: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.

Medio y alto: Parcheo parcial o profundo.

**Fig. 16.** Huecos



**Fuente:** Sánchez Chávez

### 2.2.3.14. Cruce de vía Férrea

El cruce de vías férreas origina que el pavimento sufra depresiones o abultamientos alrededor de la superficie de la vía. [7].

Niveles de severidad

- Bajo: Se produce una baja calidad de tránsito.
- Medio: Presenta una severidad media en cuanto a la calidad de tránsito.
- Alto: Produce una pésima calidad de tránsito.

#### Medida:

Esta falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

#### Opciones de reparación:

Bajo: No se hace nada.

Medio y Alto: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

**Fig. 17.** Cruce de vía Férrea



**Fuente:** Vásquez Valera

### 2.2.3.15. Ahuellamiento

El ahuellamiento es considerado una depresión que va en dirección a la trayectoria del vehículo, produce deformación permanente en el paquete estructural. Esta falla es ocasionada por una compactación insuficiente del paquete estructural, trayendo consigo la inestabilidad en las capas (bases, sub-bases) y que a través de las cargas de tráfico, provocan un movimiento lateral de los materiales. También, esta falla es producida por exceso de ligante en riegos, espesores inadecuados y una mala calidad en los materiales [3].

Niveles de severidad:

Cada nivel de severidad se representa debido a la profundidad media del ahuellamiento.

- Bajo: El ahuellamiento se genera por una profundidad que está entre 6.0 y 13.0 mm.
- Medio: El ahuellamiento se genera por una profundidad que está entre 13.0 y 25.0 mm.
- Alto: El ahuellamiento se genera por una profundidad mayor a 25.0 mm.

**Medida:**

Este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Opciones de reparación:**

Bajo: No se hace nada, fresado y Sobrecarpeta.

Medio y alto: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y Sobrecarpeta.

**Fig. 18.** Ahuellamiento



**Fuente:** Pérez Saldaña

### **2.2.3.16. Desplazamientos**

Los desplazamientos son aquellas distorsiones o corrimientos longitudinales que forman una especie de cordones laterales en el pavimento. Esta falla se produce debido a la acción de cargas muy repetidas de vehículos pesados y livianos que generan ondas de forma corta y brusca. Se origina principalmente en pavimentos con emulsiones asfálticas insuficientes, exceso de mezclas asfálticas, inadecuada adherencia entre riego de liga o imprimación con la mezcla asfáltica [3].

Niveles de severidad:

- Bajo: Baja severidad para la calidad de tránsito.
- Medio: Esta falla genera una severidad media para la calidad de tránsito.
- Alto: Esta falla genera una pésima calidad de tránsito.

**Medida:**

Este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Opciones de reparación:**

Bajo: No se hace nada. Fresado.

Medio y Alto: Se realiza el proceso de parcheo parcial o profundo y Fresado.

**Fig. 19.** Desplazamiento.



**Fuente:** Rodríguez Velásquez

**2.2.3.17. Grietas parabólicas (slippage)**

Las grietas parabólicas surgen generalmente por inadecuados diseños de mezclas asfálticas (alto contenido de arena fina), permitiendo que se formen estas grietas de manera perpendicular al eje de vía. Además, las causas principales para este tipo de falla son principalmente por frenados bruscos o giros de vehículos hacia la superficie de rodadura y un exceso de riego de liga por la ausencia de ésta [3].

Nivel de severidad:

- Baja: Grietas parabólicas que presentan un ancho promedio menor que 10.0 mm.

- Medio: Grietas parabólicas con anchos entre 10.0 mm y 40.0 mm
- Alto: Grietas parabólicas que presentan un ancho promedio mayor a 40.0 mm

**Medida:**

Este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Opciones de reparación:**

Bajo: No se hace nada. Parcheo parcial.

Medio y Alto: Se realiza un parcheo parcial.

**Fig. 20.** Fisura parabólica.



**Fuente:** Rodríguez Velásquez

### **2.2.3.18. Hinchamiento**

Este tipo de falla es considerado como abultamiento o levantamiento de la carpeta asfáltica, formando ondas largas y graduales con longitudes mayores a 3.00 m. Además, el agrietamiento puede estar presente en este tipo de falla. El origen de los hinchamientos es por la presencia de suelos expansivos y por congelamiento del material en las sub rasante [3].

Nivel de severidad:

- Bajo: Severidad baja para la calidad de tránsito.
- Medio: Esta falla genera una severidad media para la calidad de tránsito.

- Alto: Esta falla genera una pésima calidad de tránsito.

**Medida:**

Este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Opciones de reparación:**

Bajo: No se hace nada.

Medio: No se hace nada. Reconstrucción.

Alto: Reconstrucción.

**Fig. 21.** Hinchamiento



**Fuente:** Rodríguez Velásquez.

### 2.2.3.19. Desprendimiento de agregados

Este tipo de falla se genera por la pérdida del ligante asfáltico debido a la desintegración superficial del pavimento, probablemente por la mezcla deficiente. Las causas que generan esta falla son principalmente: Las cargas de tráfico especialmente el vehículo de oruga, la pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos, diseño de mezclas inadecuadas, baja calidad en la adherencia entre agregado-asfalto [3].

Niveles de severidad:

Bajo: Cuando los agregados o el ligante de la carpeta asfáltica se desprenden pero con una baja severidad, pueden generar bajas depresiones

Medio: Se generan rugosidad en la superficie y huecos mínimos sin llegar al extremo.

Alto: Cuando los agregados o el ligante de la carpeta asfáltica se desprenden pero con una alta severidad, pueden generar superficies rugosas y ahuecadas muy significativas.

**Medida:**

Este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Opciones de reparación:**

Bajo: Se realizará sellado superficial.

Medio: Se realizará sellado superficial. Sobrecarpeta.

Alto: Proceso de Sobrecarpeta y reconstrucción.

**Fig. 22.** Desprendimiento de Agregados.



**Fuente:** Rodríguez Velásquez

#### **2.2.4. Descripción del Método PCI (Pavement condition Index)**

Este método traducido al español significa “Índice de Condición del Pavimento”, es un procedimiento que determina la evaluación en pavimentos flexibles y rígidos mediante inspecciones visuales, identificando tres factores tales como: el tipo de falla, el nivel de severidad y la condición de pavimento.

El pavimento que presenta la formulación de un índice se puede superar mediante “valores deducidos”, la cual se considera como un arquetipo de factor de ponderación para indicar el grado de afectación en cada clase de daño, nivel de severidad y cantidad de fallas. Para la evaluación del pavimento no es necesario utilizar herramientas especiales para determinar el estado en que se encuentra el mismo [7].

Este método de PCI representa un índice numérico, lo cual varía desde cero a cien, en donde se especifica que para un valor de cero (0) indica que el pavimento ha fallado y para cien (100) el pavimento está en perfectas condiciones de funcionalidad. En la siguiente tabla se detalla lo mencionado:

**Tabla 2:** condiciones del pavimento.

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

**Fuente:** Manual ASTM – 6433 método de evaluación PCI.

Los resultados de la inspección visual “in situ” sirven como base para la evaluación del pavimento y determinar el cálculo del PCI y de acuerdo a ello, conocer la condición del pavimento como: la clase, el nivel de severidad y la cantidad de daños encontrados en la superficie del pavimento [7].

#### **2.2.4.1. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento**

El procedimiento para evaluar una pavimentación se menciona a continuación:

- Realizar una Inspección visual del pavimento, la cual se identifican los deterioros en el pavimento.
- Tomar datos de la Inspección, para realizar cálculos a través del método PCI.

Este método PCI nos determina la clasificación, la cual se relaciona con el tipo de degradación presentado en la superficie del pavimento, se pueden mencionar algunas fallas como por ejemplo: piel de cocodrilo, exudación, abultamientos y hundimiento, entre otros [7].

**La severidad:**

Representa el grado de deterioro (daño) en términos de su progresión, mientras más severo se encuentre la pavimentación, las correcciones deben ser más profundas.

**Bajo:** Las vibraciones que perciben los vehículos son leves y son causados por fallas tales como: corrugaciones, abultamientos y hundimientos, creando ligera incomodidad quienes transitan por la vía.

**Medio:** Es cuando se perciben vibraciones moderadas en los vehículos, causados por fallas como: corrugaciones, abultamientos y hundimientos, creando incomodidad significativa.

**Alto:** Es cuando se perciben vibraciones o rebotes excesivos en los vehículos, causados por fallas por ejemplo: corrugaciones, abultamientos y hundimientos, creando incomodidad importante. Se recomienda reducir la velocidad de forma considerable, para evitar la incomodidad excesiva de quienes transitan por la vía [7].

**2.2.4.2. Unidad de muestreo**

Para evaluar un pavimento, es primordial dividir en secciones o unidades de muestreo a los tramos de vía que se desea analizar, tomando en cuenta que las dimensiones varían de acuerdo al tipo de carretera.

**Pavimentos Asfáltico:**

Para esta clase de pavimento se toma como Ejm: una vía que tiene un ancho de calzada menor a 7.30 m con un área de muestreo entre  $230 \pm 93$  m<sup>2</sup>. Se detalla las relaciones de ancho de calzada pavimentada en la siguiente tabla:

**Tabla 3:** Unidad de Muestreo.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (máx.)	31.50

**Fuente:** Manual ASTM – 6433 método de evaluación PCI.

### **Pavimentos Rígidos:**

Para esta clase de pavimento se toma como ejm. una losa de concreto hidráulico, cuya longitud es inferior a 7.60 m. con un área de muestreo entre  $20 \pm 8$  losas.

#### **2.2.4.3. Determinación de unidades de muestreo para la evaluación**

La evaluación del pavimento puede presentar una cantidad considerable de unidades de muestreo por lo que demandaría bastante tiempo en realizarlo. Si sucede el caso de no evaluar todas las unidades de muestreo, se puede aplicar un proceso de muestreo a través de la ecuación N°01, la cual se aplica un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero, tomando una confiabilidad del 95% [7].

$$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2} \quad \dots\dots \text{Ecuación N°01}$$

#### **Donde:**

n: Número mínimo de unidades de muestras a evaluar.

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

N=Número total de unidades de muestreo.

s= Desviación estándar (s) del PCI entre unidades de muestreo.

Para esta evaluación se asume una desviación estándar  $s = 10$  para pavimento asfáltico y un valor de  $s = 15$  para pavimentos rígidos. Es importante tomar en cuenta que si el número mínimo de unidades evaluadas es menor que 5 ( $n < 5$ ), es recomendable analizar todas las unidades.

#### 2.2.4.4. Selección de las unidades de muestreo para la inspección

Es importante que todas las unidades de muestreo estén espaciadas con una misma longitud a lo largo de la sección de pavimento que se desea analizar. Para ello, se elige la primera muestra al azar, teniendo en cuenta los siguientes pasos:

a). El intervalo de muestreo ( $i$ ), se determina por la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n} \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 02$$

**Donde:**

$N$  = Número total de unidades.

$n$  = Número mínimo de unidades de muestras.

$i$  = Intervalo de muestreo, cuyo valor se redondea al entero inferior por ejm: un valor de 2.70 se redondea a 2.00.

b). La primera muestra que es elegida al azar es seleccionado entre la unidad de muestra 1 y el intervalo de muestreo  $i$ . como ejemplo se tiene que si el intervalo de muestra  $i=3$ , entonces la unidad de muestreo puede estar entre las unidades 1 y 3.

c). Las unidades de muestreo se determinan como “ $s$ ”, “ $s + i$ ”, “ $s + 2 i$ ”, etc. Si se elige una unidad  $N^\circ 3$ , el intervalo de muestra será  $i=3$ , en donde las siguientes unidades a evaluar serian 6, 9, 12, 15, etc.

Sin embargo, para proyectos como rehabilitación de pavimentos, se deben considerar con exactitud todas y cada una de las unidades de muestreo.

### 2.2.4.5. Levantamiento visual de fallas en el pavimento

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m <sup>2</sup> )				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

**Fuente:** Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez (PCI)

Para realizar la inspección visual en la superficie de pavimentos, existen formatos para obtener la información correspondiente. A continuación se muestra el tipo de formato para pavimento son superficie asfáltica.

Para utilizar correctamente este tipo de formato se debe tomar en cuenta los criterios que se describen en el Manual de Daños de pavimentos (ASTM D643). La evaluación superficial del pavimento mediante el método PCI abarca los siguientes aspectos:

#### a) Equipos:

- Odómetro manual, que permite medir los daños en cuanto a su longitud y área.
- Regla y cinta métrica, para medir las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Formatos correspondientes al Manual PCI para identificar los daños presentes en la superficie de pavimento.

Es importante utilizar implementos de seguridad como: dispositivos de señalización frente al tráfico como por ejm: cintas de seguridad, conos de seguridad, entre otros.

### **b) Procedimiento.**

La inspección visual se realiza por cada unidad de muestra para luego determinar el tipo de daño, nivel de severidad y la cantidad de estos daños en base al Manual PCI, siguiendo las indicaciones del formato correctamente se debe registrar estrictamente toda la información [7].

### **c) Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo.**

Al finalizar la inspección en la zona de estudio, se toma la información registrada para proceder a calcular el PCI. Para cada tipo de pavimento ya sea flexible o rígido se realiza de forma similar y se puede calcular de manera manual o computarizada. Para facilitar el entendimiento del cálculo PCI en el pavimento flexible se describe los siguientes pasos:

#### **PASO 1: Determinación de los Valores Deducidos (VD):**

- a. Especificar cada tipo falla y nivel severidad de los daños presentes en la superficie del pavimento para luego utilizar el formato de inspección visual y colocar los valores en la columna “Total” de dicho formato. La medición que se utiliza para estas fallas se toma en longitud, área o por cantidad según el tipo de falla.
- b. Dividir la “Cantidad total” vs. el “área de muestra” para obtener la “densidad” del daño, en lo cual estos resultados se debe expresar en porcentajes.
- c. Determinar el “Valor Deducido” para cada falla y el grado de severidad del pavimento, y luego hacer uso de las curvas “valor deducido”, con respecto al tipo de falla inspeccionada (ver anexo B).

#### **PASO 2: Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):**

Si en la evaluación de pavimentos resultan “valores deducidos” menor que 2, se utilizará el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV). Si por el contrario, resultan mayor que 2 se toman en cuenta los siguientes criterios:

- a. Ordenar de forma decreciente los valores deducidos individuales.
- b. Determinar el “Número Máximo de Valores Deducidos”, con el uso de la siguiente ecuación:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi) \quad \dots\dots\text{Ecuación N}^\circ 03$$

**Dónde:**

m= Número máximo de valores deducidos.

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

- d. El número de valores deducidos de forma individual se reduce a  $m$  y también la parte fraccionaria. Si los valores deducidos son menores a  $m$ , se utilizan los valores que se disponen.

**PASO 3: Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV):**

Este proceso iterativo se realiza mediante los siguientes criterios:

- a. Determinar el número de valores deducidos mayores a 2.
- b. Determinar el “valor deducido total” con la suma de los valores deducidos tomando en cuenta lo mencionado en el criterio (a).
- c. Determinar el Valor deducido corregido (CDV) con el Número de Valores Deducidos (q) vs la suma de valores deducidos (TDV) con la gráfica correspondiente al pavimento con superficie asfáltica (Ver Anexo B)
- d. Reducir a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2.
- e. El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV
- f: Para obtener el cálculo PCI, se realiza una resta del “máximo CDV” de 100.

$$PCI = 1.00 - \text{máx. CDV} \quad \dots\dots\text{Ecuación N}^\circ 04$$

Dónde:

PCI = Índice de condición de pavimento

Máx. CDV= Máximo valor corregido deducido.

A continuación se muestra el formato correspondiente para obtener “máximo valor deducido corregido”, CDV.

**Tabla 5:** Formato Para las Interacciones del Cálculo del CDV.

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

Fuente: Manual ASTM – D6433-03 Método de Evaluación Del PCI.

### 2.2.4.6. Ejemplo de la aplicación del método PCI en el pavimento flexible

#### a) Inventario de Fallas.

Identificación de fallas que van de acuerdo a la clase, severidad y cantidad que están presentes en el deterioro del pavimento flexible. Para ello, se utilizó una hoja de registro que se detalla a continuación.

**Tabla 6:** Formato Para las Interacciones del Cálculo del CDV.

METODO PCI			ESQUEMA:		FOTOGRAFÍA DE FALLA:																		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			30.04 m		7.60 m																		
HOJA DE REGISTRO																							
Nombre de vía: Av: Luis Heysen, con interseccion de la CA: Garcilazo de la Vega y la CA: PSJE Pitipo			Est. Inicial: 0 + 000 Est. Final: 0 + 30.04		Unidad de Muestra: U1																		
Evaluador: Riojas Santamaria, Luis Fernando			Fecha: Sección: 1		Área de muestreo: 228.29 m2																		
1. Piel de cocodrilo (m2)      8. Grieta de Reflexión de junta (m)      15. Ahuellamiento (m2) 2. Exudación (m2)            9. Desnivel carril-berma (m)            16. Desplazamiento (m2) 3. Agrietamiento en bloque (m2)      10. Grietas longitudinales y transversales (m)      17. Grieta parabólica(slipage) (m2) 4. Abultamiento y hundimientos (m)      11. Parcheo (m2)                            18. Hinchamiento (m2) 5. Corrugación (m2)                    12. Pulimiento y agregados (m2)            19. Desprendimiento de agregados (m2) 6. Depresión (m2)                        13. Huecos (Und)                            14. Cruce de vía Férrea (m2)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b> Low      Bajo      L Medium      Medio      M High      Alto      H		<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b> 85-100      EXCELENTE 70-85      MUY BUENO 55-70      BUENO 40-55      REGULAR 25-40      MALO 10-25      MUY MALO 0-10      FALLADO																		
			<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b> $m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HVDiT)$																				
FALLA N°	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD			VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO				CÁLCULO PCI								
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qT	Valores deducidos				TDV	q	CDV					
1	M	m2	4.30	1.67		7.18	3.15	34	49	5.68	3.00	49	34	2.15				85.15	3	56			
1	H	m2	3.10	2.63		8.15	3.57	49				49	34	2							85	2	62
19	L	m2	1.30	1.13		1.47	0.64	2.15				49	2	2							53	1	54
Donde:			HVDi= Valor deducido			TDV= Suma de valores deducidos totales			MAX CDV=				62										
			HVDiT= Valor deducido más alto			q= Número de valores deducidos			PCI=100-MAX CDV=				38										
			m= Numero maximo de valores deducidos			CDV= Valor deducido corregido			CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=				MALO										
			qT= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																				

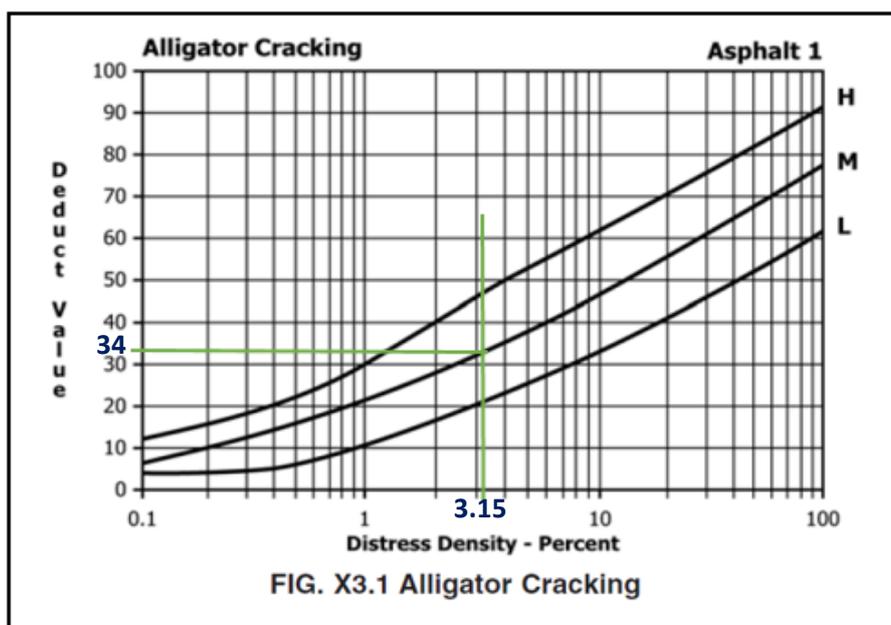
Fuente: Elaboración propia adaptado del ASTM D6433-07

**b) Uso del Ábaco del tipo de falla.**

Se determina el valor deducido utilizando el Abaco correspondiente a una falla como es la “piel de cocodrilo” y se tendrá como referencia la densidad de 3.15% y obteniendo como resultado 34. Mediante la siguiente ecuación se calcula la densidad:

$$Densidad = \frac{7.18 \cdot 100}{228.29} = 3.15\% \quad \dots\dots (Ecuación N^{\circ}04)$$

**Fig. 23.** Abaco de la falla Piel de cocodrilo



**Fuente:** Manual ASTM – D6433 Método de Evaluación del PCI.

**2.2.4.6.1. Cálculo del valor Corregido del PCI-Pavimento Flexible.**

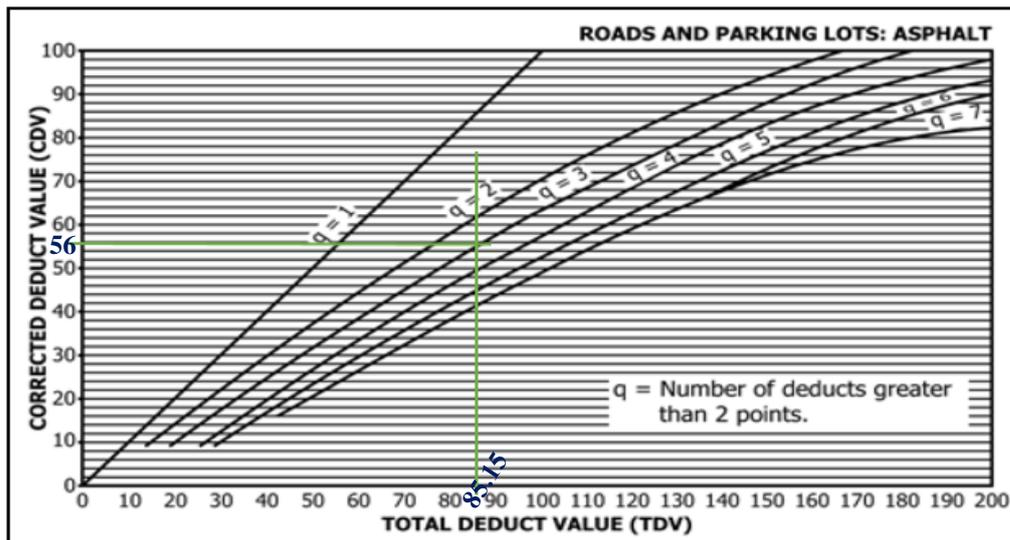
Asimismo, en la tabla N° 06, se obtiene el cálculo del valor corregido con el número de valores deducidos (q) y deben ser mayores que 2, por consiguiente a ello se calcula el “Número de valores deducidos” mediante la ecuación N°05.

$$mi = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 85) = 5.68 \leq 10 \quad \dots\dots\dots (Ecuación N^{\circ}05)$$

**2.2.4.6.2. Cálculo de los Valores Deducidos Corregidos**

Se realiza haciendo uso del Abaco que se muestra en la fig. 24. En este ejemplo se tomará como referencia el “TDV” de 85.15 con respecto a la línea 3 del Abaco así como lo exige el valor de “q”, obtenido un resultado “CDV” de 56.

**Fig. 24.** Abaco para determinar el valor del máximo valor deducido.



Fuente: Manual ASTM – D6433 Método de Evaluación del PCI.

## NORMA TÉCNICA PERUNA GH.020-RNE: “COMPONENTES DE DISEÑO URBANO.

Según [8], existen factores involucrados en el Capítulo II (DISEÑO DE VÍAS) el cual menciona que los diseños de vías para una habilitación urbana, deberá ser integrado a un sistema vial para obtener un desarrollo urbano de una ciudad. Las vías deberán ser de uso público sin ninguna restricción, donde la función de las vías determinará las características de secciones. A continuación se detallan los siguientes artículos.

**Artículo 9.-** Las vías de pavimento locales de tipo principal, se sugiere como mínimo, presentar veredas y estacionamientos en frentes habilitados por lotes, así como 2 módulos de calzada.

**Artículo 10.-** Las vías de pavimento locales secundarias, se sugiere tener como requisito un mínimo de: 2 módulos de veredas en frentes habilitados por lotes, 2 módulos de calzada y de ser el caso un módulo de estacionamiento.

**Artículo 14.-** Las calzadas tendrán una pendiente máxima de 12%, y en zonas de volteo con tramos con longitud máxima de 50m se permite una pendiente de hasta 15%.

**Artículo 16.-** Se permitirá el acceso a vehículos de emergencia en los pasajes peatonales, el cual tendrán un ancho de calzada igual a 1/20 de su longitud, y como mínimo se tendrá una sección igual a 4.00m.

**Artículo 19.-** Las bermas de estacionamiento con o sin pavimento diferente al material que conforma la calzada de la vía deberán contener sardineles a nivel del borde de la calzada.

**Artículo 20.-** Las vías urbanas tendrán pendientes en ambos lados de la calzada (bombeo), con el objetivo de lograr el escurrimiento de las aguas producidas por lluvias, agua que se utilizan en regadíos o de limpieza.

**Artículo 21.-** La intersección entre 2 calles locales secundarias tendrá radio de curvatura mínimo  $R=3.00m$ , que será medido desde el borde más cercano del carril a la vereda.

**Artículo 22.-** La intersección entre 2 calles locales secundarias tendrá radio de curvatura mínimo  $R=5.00m$ , que será medido desde el borde más cercano del carril a la vereda.

**Artículo 23.-** En las intersecciones y esquinas de vías urbanas se construirán rampas para discapacitados y personas mayores de edad y con ello brindar acceso a las veredas, ubicándose sobre las bermas o los separadores centrales. La pendiente de rampa será como máximo 12% y un ancho mínimo libre de 0.90m. En caso de no existir bermas, se colocarán en las veredas obteniendo una pendiente hasta 15%.

Las vías urbanas deben brindar una buena calidad de acceso a peatones y conductores que transitan por la zona, desde las paradas de transporte público, hasta el ingreso a los locales y establecimientos de uso público. Además, se debe tomar en cuenta especialmente a los discapacitados que circulan por las aceras y rampas que deben constituir y deben tener rutas de fácil acceso [8].

## **NORMA TÉCNICA PERUANA CE.010-RNE: “PAVIMENTOS URBANOS.**

Según [9], en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), dentro del título III (TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYO DE LABORATORIO), establece requerimientos mínimos necesarios para la elaboración de un buen diseño. Así como proyectos de construcción, mantenimiento, rehabilitación y reposición de pavimentos en vías urbanas.

## A). TECNICAS DE INVESTIGACION EN CAMPO.

### a.1) Método de ensayo estándar para la densidad y el peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena -NTP 339.143:1999

Este método se emplea para determinar la densidad en campo (in situ) y mediante un equipo denominado cono de arena especificado por la norma se utiliza para evaluar principalmente el grado de compactación en la zona que se requiere evaluar. Los suelos que contengan gran cantidad de materiales gruesos con diámetros mayor a 1 ½ pulg. (38mm) no es aplicable a este método [10].

Según [10], el método de ensayo estándar de densidad en campo es utilizado para cualquier tipo de suelo o material que se pueda excavar con herramientas manuales, y que los poros en la masa sean lo suficientemente pequeños para facilitar y asegurar que la arena usada en el ensayo se penetre en dichos espacios o vacíos. Además, el material a ensayar deberá tener la suficiente cohesión o atracción entre partículas para lograr una estabilidad entre los lados del orificio excavado.

#### Cálculos:

#### Volumen del orificio de prueba:

$$V = \frac{(M1 - M2)}{\rho1} \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N°06)}$$

#### Donde:

V= volumen del agujero excavado, cm<sup>3</sup>

M1= masa de arena utilizada para el llenado del orificio de prueba

M2= masa de arena utilizada para llenar el embudo y el plato de base, gr.

ρ1= densidad del volumen de la arena, gr/cm<sup>3</sup>

#### Masa seca del material extraído del orificio de prueba:

$$M4 = \frac{100M3}{W + 100} \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N°07)}$$

#### Donde:

W= contenido de humedad del material que fue extraído de la abertura de prueba, %

M3= masa húmeda del material del orificio de ensayo, gr.

M4= masa seca del material del orificio de ensayo, gr.

**Densidad húmeda y seca in-situ del material ensayado:**

$$\rho_m = \frac{M3}{V} \quad \dots\dots \text{(Ecuación N°07 Y EC. N°08)}$$

$$\rho_d = \frac{M4}{V}$$

**Donde:**

V= volumen de la abertura de prueba, cm<sup>3</sup>

M3= masa húmeda de la muestra del orificio de ensayo, gr.

M4= masa seca de la muestra del orificio de ensayo, gr

$\rho_m$ = densidad húmeda del material ensayado, gr/cm<sup>3</sup>

$\rho_d$ = densidad seca del material ensayado o su peso unitario seco, gr/cm<sup>3</sup>

**a.2) Método de ensayo estándar para la densidad in-situ de suelo y suelo-agregado por medio de métodos nucleares (Profundidad superficial)-NTP 339.144:1999**

Según [10], este método de ensayo determina el peso unitario húmedo total de un suelo o de un suelo-agregado con fines de investigación, control o diseño, colocando una fuente emisora y un detector de rayos gamma, sobre o dentro del material. Los métodos nucleares pueden aplicarse hasta profundidades entre 50 y 300 mm (2 y 12"). La intensidad de la radiación detectada depende del peso unitario de la muestra ensayada. A continuación se muestra la siguiente ecuación que sirve para calcular el peso unitario seco:

**Cálculos:**

$$fd = \frac{f_{hum}}{(W+100)} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N°09)}$$

**Donde:**

fd= peso unitario seco ( kg/cm<sup>3</sup>)

f<sub>hum</sub>= peso unitario húmedo, (kg/cm<sup>3</sup>)

W= % de humedad del material de muestra.

## B) ENSAYOS DE LABORATORIO

Se describen los ensayos que serán necesarios para elaborar este proyecto de investigación, lo cual se aplicarán en los estudios básicos de laboratorio. Haciendo uso de normas técnicas específicas, los datos obtenidos se analizarán en gabinete.

### b.1) Ensayo para determinar el valor de Equivalente de arena y porcentaje de agregados finos de suelos ASTM D-2419

Según [10], este ensayo determina la proporción relativa al contenido de polvo fino nocivo en los suelos o agregados finos. Entre los principales instrumentos que se utilizan para realizar este ensayo son los siguientes: un cilindro de plástico debidamente graduado, un tapón macizo de caucho o goma, tubo irrigador de acero inoxidable, tubo flexible de caucho o plástico, dos botellas de 3,785 lts (1 galón), entre otros instrumentos.

#### Cálculos:

Los resultados del ensayo Equivalente de arena se aproxima al décimo porcentaje (0.1%).

$$\text{Equivalencia de arena} = \frac{\text{Lectura de arena}}{\text{Lectura de arcilla}} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N°10)}$$

### b.2) Método de ensayo para el cálculo de compactación mediante Próctor modificado ASTM D-1557

Según [10], este ensayo permite determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de las muestras de suelos, para ello se utiliza la curva de compactación donde estos materiales (suelos) son compactados en un molde con diámetro de 4 o 6 pulg (101,6 o 152,4 mm) y con pistón de 10 lbf (44,5 N) que cae con altura promedio de 18 pulgadas (457 mm), el cual produce Energía de Compactación de 56 000 lb-pie/pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>).

Con respecto a este ensayo se presenta 3 métodos alternativos y cada uno que se utilice deberá indicarse en las especificaciones de la muestra a ensayar. Si por el contrario, aquel método que no se especifica se deberá graduar dicha muestra. A continuación se describen los siguientes métodos:

**METODO "A":**

Se utiliza un molde cuyo diámetro es de 4 pulg (101.6mm), el material a emplear debe pasar el tamiz N° 4 (4,75 mm), para luego ser agregado al molde en 5 capas donde será compactado con 25 golpes a cada capa. Este método se debe usar cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 (4,75 mm) y si el método no se especifica; los materiales de muestra que cumplen los requerimientos de gradación se puede ensayar a través de los métodos B o C [10].

**METODO "B":**

Se utiliza un molde cuyo diámetro es de 4 pulg (101.6mm), el material a emplear debe pasar el tamiz 3/8 pulg (9,5 mm), para luego ser agregado al molde en 5 capas donde será compactado con 25 golpes a cada capa. Este método se debe usar cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 (4,75 mm) y también cuando el 20% o menos de peso del material de muestra es retenido en el tamiz 3/8 pulg (9,5 mm). Además, se recomienda que si este método no es especificado, y los materiales cumplen con los requerimientos de gradación se puede ensayar mediante el Método C [10].

**METODO "C":**

Se utiliza un molde cuyo diámetro es de 6 pulg (152.4mm), el material a emplear debe pasar el tamiz 3/4 pulg (19,0 mm), para luego ser agregado al molde en 5 capas donde será compactado con 56 golpes a cada capa. Este método se debe usar cuando más del 20% en peso del material de muestra es retenido en el tamiz 3/8 pulg (9,53 mm) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 3/4 pulg (19,0 mm [10].

**Cálculos**

Según [10], se calcula el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado y con los valores obtenidos se grafica la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos dibujados. Luego, se determina el Peso Unitario Seco con aproximación 0,1 lbf /pie<sup>3</sup> (0,2 KN/m<sup>3</sup>) y contenido de agua aproximado a 0,1%.

### Contenido de Agua, w.

Peso Unitario Seco.- Este tipo de ensayo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{(M_t - M_{md})}{1000(V)} \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N°11)}$$

#### Donde:

$\rho$  = densidad húmeda de la muestra compactada (Mg/m<sup>3</sup>)

$M_t$  = masa de la muestra húmeda más el molde (kg)

$M_{md}$  = masa del molde (kg)

$V$  = volumen del molde (m<sup>3</sup>)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{W}{100}} \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N°12)}$$

#### Donde:

$\rho_d$  = densidad seca de la muestra compactada (Mg/m<sup>3</sup>)

$\rho_m$  = densidad húmeda de la muestra compactada (Mg/m<sup>3</sup>)

$w$  = porcentaje de agua contenida en la muestra (%)

Según [10], en el cálculo del contenido de agua para una saturación completa (%) o curva de relación de vacíos con respecto al peso unitario seco, se debe seleccionar los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como se muestra en la siguiente ecuación:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w) \cdot (G_s) - \gamma_d \cdot x \cdot 100}{(\gamma_d) \cdot (G_s)} \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N°13)}$$

#### Donde:

$W_{sat}$  = Porcentaje de agua saturada en la muestra (%)

$\gamma_w$  = Peso unitario del agua.

$\gamma_d$  = Peso unitario seco de la muestra

$G_s$  = Gravedad específica del espécimen

### b.3) CBR de suelos (Laboratorio) ASTM D-1883

Según [10], el ensayo CBR (California Bearing Ratio) determina un índice que permite evaluar la capacidad de soporte de las capas que componen la estructura del pavimento. Las muestras son analizadas en laboratorio con la determinación de humedad compactación y densidad.

#### Cálculos

**Humedad de compactación:** Se agrega un porcentaje de agua al suelo en condiciones naturales, con el objetivo de alcanzar la humedad requerida. El resultado se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N°14)}$$

#### Donde:

H= humedad prefijada

h= humedad natural

**Densidad o peso unitario:** Para obtener la densidad, primero se calcula el peso del suelo antes de ser sumergido, y a través del Proctor modificado se obtiene la densidad máxima y la humedad óptima [10].

**Agua absorbida:** Se debe realizar mediante dos formas. La primera, es que se debe calcular con anticipación y de forma correcta la diferencia de humedades (antes y después de a inmersión). La segunda, se tomará la humedad de la muestra total que se encuentra en el molde y luego se calcula el agua absorbida en base al peso seco de la muestra que fue calculado y del peso húmedo [10].

**Presión de penetración:** A partir del instrumento “Penetrómetro” se obtendrá la presión, que a través de una curva dibujada con los valores obtenidos, se calcularán las presiones reales. El punto cero de la curva mencionada servirá para corregir las irregularidades de la superficie, mediante un ajuste [10].

**Expansión:** Se realiza mediante la diferencia de lecturas obtenidas por el deformímetro (antes y después de la inmersión). Para el cálculo de la expansión se utiliza la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Expansion} = \frac{L2-L1}{12} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N}^\circ\text{15)}$$

**Donde:**

L1= lectura inicial (mm)

L2= lectura final (mm)

#### **b.4) Abrasión de los ángeles ASTM C-131**

Según [10]. El ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1 ½”) se realiza mediante la máquina de los Ángeles, el cual nos ayuda a determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados.

**Carga abrasiva:** Para la carga abrasiva se utilizarán esferas con material de acero o fundición con diámetro comprendido entre 46.38 mm y 47.63 mm y un peso entre 390 g y 445 g. Además, se debe tomar en cuenta que para la carga abrasiva estará en función de la granulometría de tipo A, B, C o D.

**Tabla 7:** Carga Abrasiva

Granulometría de ensayo	Número de Esferas	Peso Total (gr)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

**Fuente:** Manual de ensayos de materiales -MTC

#### **Preparación de la muestra**

Según [10], menciona que este ensayo consta de tomar una muestra de agregado que esté en condiciones de libre impureza; es decir, que esté limpio (lavado) y secado al horno con una temperatura entre 105 y 100 °C, asimismo se deberá pesar con una aproximación de 1g. Para luego ser separado por fracciones de cada tamaño y recombinadas con una granulometría indicada en la siguiente tabla:

**Tabla 8:** Granulometría de la muestra de agregado para ensayo

Pasa en tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometrías de la muestra para ensayo (gr)			
mm	(pulg.)	mm	(pulg.)	A	B	C	D
37,5	1 ½"	-25,0	1"	1250 ± 25			
25,0	1"	-19,0	¾"	1250 ± 25			
19,0	¾"	-12,5	½"	1250 ± 10	2500 ± 10		
12,5	½"	-9,5	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
9,5	3/8"	-6,3	¼"			2500 ± 10	
6,3	1 ¼"	-4,75	Nº 4			2500 ± 10	
4,75	Nº 4	-2,36	Nº 8				5000 ± 10
Totales				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

**Fuente:** Manual de ensayo de Materiales-MTC

### Cálculo:

El porcentaje (%) o coeficiente de desgaste se calcula mediante la diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra ensayada. Lo mencionado se detalla en la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N}^\circ 16)$$

### Donde:

P1= peso de la muestra seca antes del ensayo.

P2= peso de la muestra seca después del ensayo.

### b.5) Ensayo de Sales solubles totales MTC E- 219

Según [10], es un tipo de procedimiento analítico de cristalización que sirve para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, presentes en los agregados pétreos. Mediante la siguiente ecuación se calcula el porcentaje de sales:

$$\% \text{ Sales Solubles} = \frac{1}{\frac{C \times A}{D \times B}} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación N}^\circ 17)$$

### Donde:

A= peso de la muestra al horno (gr)

B= volumen de los líquidos en el matriz aforado y enrasado con agua destilada, cm<sup>3</sup>

C= alícuota del volumen B

D= cristalización de la alícuota al horno (gr)

## Requerimiento de materiales

### Granulometría

**Tabla 9:** Requerimientos granulométricos para bases granulares

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	-	-
25 mm (1")	-	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/4")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (Nº4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (Nº10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 µm (Nº40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

**Fuente:** Manual de Carreteras; Especificaciones Técnicas Generales para Construcción

### Agregado grueso

Aquellos materiales que podrían ser obtenidos en su forma natural, procesados o la combinación de ambos y que son retenidos en la malla N°04. Además, deben cumplir los requisitos mencionados en la siguiente tabla:

**Tabla 10:** Requerimientos agregado grueso

ENSAYO	NORMA MTC	NORMA ASTM	NORMA AASHTO	REQUERIMIENTOS ALTITUD	
				<3000 msnm	≥3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% máx.	80% máx.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% máx.	50% máx.
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales Durabilidad al	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx.

**Fuente:** Manual de Carreteras; Especificaciones Técnicas Generales para Construcción

## Agregado fino

Aquellos materiales que son retenidos en la malla N°04 y se pueden obtener en su forma natural, procesados o la combinación de ambos. Se deben cumplir los siguientes requisitos que indica la norma, las cuales se describen a continuación:

**Tabla 11:** Requerimientos agregado fino

ENSAYO	NORMA MTC	REQUERIMIENTOS ALTITUD	
		< 3000 msnm	≥3000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% máx.	45% máx.
Sales solubles	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209		15% máx.

**Fuente:** Manual de Carreteras; Especificaciones Técnicas Generales para Construcción

### b.6) Sub base

Según [10], la sub base soporta a las capas de base y la carpeta asfáltica, cuyo espesor se diseña según normativa. Además es utilizado como capa de drenaje, lo cual permite controlar la capilaridad del agua y puede ser de material granular con una Relación de Soporte de California ( $CBR \geq 40\%$ ), se puede estabilizar con asfalto, cal o cemento si es que no cumpliera como lo mínimo permitido.

## Requerimiento de materiales

### i) Granulometría

**Tabla 12:** Requerimientos granulométricos para sub bases granulares.

Tamiz	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	-	-
25 mm (1")	-	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/4")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N°4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (N°10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 μm (N°40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 μm (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

**Fuente:** Manual de Carreteras; Especificaciones Técnicas Generales para Construcción

**Tabla 13:** Requerimientos de ensayos especiales

ENSAYO	NORMA MTC	ASTM	AASHTO	REQUERIMIENTO	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	50% máx.	50% máx.
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40% máx.	40% máx.
Limite liquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx.	25% máx.
índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	6% máx.	4% máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% máx.	35% máx.
Sales solubles	MTC E 119	-	-	1% máx.	1% máx.
Partículas chatas y alargadas (2)	-	D 4791	-	20% máx.	20% máx.

**Fuente:** Manual de Carreteras; Especificaciones Técnicas Generales para Construcción

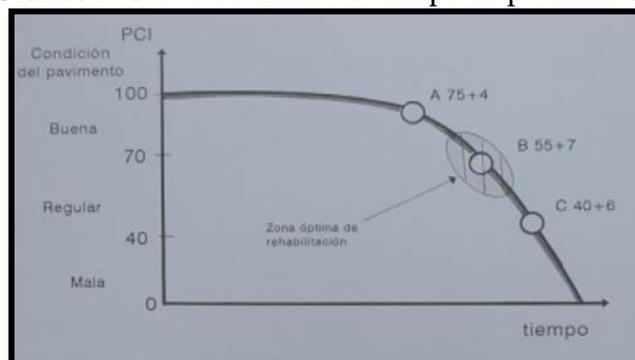
**Nota:** (1) Relacionado al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1”

**Nota:** (2) Relación que debe emplearse (espesor/longitud igual a 1/3)

## 2.2.5. Mantenimiento y rehabilitación

### 2.2.5.1. Mantenimiento en el proceso de deterioro

Las vías pavimentadas deben ofrecer una adecuada transitabilidad, seguro y económico para las personas que circulan por las mismas. Además, deben cumplir con las vida útil desde el momento de su ejecución, para ello se debe realizar planes de mantenimiento preventivo para evitar posibles deterioros en los pavimentos y no generar costos mayores de mantenimiento para las entidades responsables. Se debe realizar trabajos de mantenimientos desde la primera etapa del pavimento para reducir los impactos como son las fallas que se pueden generar en el pavimento. En el Gráfico N°01 se puede observar la curva de deterioro vs tiempo que desarrollan los pavimentos, dependiendo de los factores involucrados en el mecanismo de deterioro [11].

**Gráfico 1.** Curva deterioro vs tiempo en pavimentos

Fuente: Jugo (2005)

Las ordenadas que presenta la curva de deterioro se identifican como valores de la condición del pavimento, establecido en función a los valores cuantitativos y cualitativos que define el método PCI. Dentro de la curva se describen los tres puntos (A, B y C) presentes en ella.

- Punto A: Se refiere a que el pavimento no presenta daños muy significativos, pero es recomendable realizar mantenimientos preventivos o rutinarios como por ejm: sellado de grietas, reparación de huecos y bacheo superficial menor.
- Punto B: Los daños son notorios y empieza a crecer rápidamente, por lo que se requiere tomar medidas correctivas, ya que se encuentra en la “zona óptima de rehabilitación”, y una adecuada acción de mantenimiento correctivo mejorará considerablemente su condición y estructura.
- Punto C: Se interpreta que los daños en este punto son muy significativos hasta llegar a un estado muy crítico. Los costos para mejorar la condición de pavimento son mayores, puesto que se requieren de rehabilitación y /o reconstrucción.

Para realizar un adecuado y efectivo plan de mantenimiento y rehabilitación se recomienda tomar como referencia estos tres puntos de evaluación; siendo el punto A considerado para los pavimentos con valores de PCI entre 71 y 79, el punto B para valores del PCI entre 48 y 62, el punto C para valores 34 y 46 [11].

#### **2.2.5.2. Tipos de mantenimientos**

Los trabajos de mantenimiento se pueden agrupar en dos categorías según el objetivo que buscan; por un lado se define el mantenimiento preventivo que incluye a todas las actividades que buscan proteger al pavimento y con ello reducir la progresiva de degradación de las fallas; Por otro lado se define al mantenimiento correctivo que se refiere a las actividades para corregir las fallas específicas o áreas con fallas existentes en el pavimento [11].

Los trabajos de mantenimiento son de tipo menor y mayor, la diferencia entre ellos son debido al alcance que tengan; además, ambos tipos de mantenimiento pueden sub dividirse en las dos categorías definidas como preventivas y correctivas. En el Gráfico N°02 se correlacionan los tipos de mantenimiento en función al valor cuantitativo y cualitativo que establece el método PCI [11].

**Gráfico 2.** Zonas de mantenimiento según el valor PCI

ZONA DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION	PCI		ESCALA
Menor	100		Excelente
	85		Muy bueno
Menor (Rutinario) Mayor (efectivo)	70		Bueno
	55		Regular
Mayor (correctivo)	40		Pobre
Mayor (correctivo) Reconstrucción	25		Muy pobre
	10		Malo

**Fuente:** Jugo (2005)

Para realizar acciones de mantenimiento menores, se toma como referencia a las áreas menores a 300 m<sup>2</sup>". Se establecen como actividades de mantenimiento menor a los siguientes trabajos: Sellado de grietas, Sellado Superficial, Bacheo Superficial y Bacheo Profundo. Y para mantenimientos mayores se tienen: Tratamientos superficiales, Capas asfálticas y Remoción por fresado.

#### **MANUAL DE CARRETERAS: "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN (EG - 2013)- RD N° 03 - 2013-MTC/14"**

Según [10], este manual se encarga de cumplir las normas de transporte y comunicaciones en general, y es el autorizado a decretar leyes para la infraestructura vial. Como objetivo principal este Manual, permite que las condiciones, requerimientos, parámetros y métodos en diversas actividades, en relación con obras de infraestructura vial se uniformicen; todo ello para estandarizar procedimientos que logren representar los requisitos de calidad de obra deseados.

#### **"LEY GENERAL DEL AMBIENTE (LEY N°28611) DECRETO SUPREMO N° 008–2005 – PCM".**

Según [12], en esta ley se establecen ciertos principios que deben asegurar un efectivo ejercicio para el derecho constitucional a un ambiente saludable, para el equilibrio de un pleno desarrollo de la sociedad. Asimismo, permite verificar que se cumplan las exigencias mínimas para una correcta gestión del ambiente, que implique mejorar la calidad de vida en la población.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Pavimento:** Es el conjunto de capas superpuestas horizontalmente. Para el diseño de éstas se aplican materiales adecuadamente compactados, la cual es soportado por la sub rasante de la vía, siendo estas las que deben restringir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetitivas del tránsito vehicular le transmita durante el periodo de diseño del pavimento [13].

**Pavimento flexible:** Aquel tipo de pavimento conformado por capas de subbase, base estabilizada y una carpeta asfáltica, que puede ser elaborado en frío o en caliente. Las capas estructurales del pavimento deben estar conformadas por materiales que logren la resistencia a la deformación decreciente conforme a la profundidad [13].

**Índice de condición del pavimento (PCI):** Es un método que permite evaluar la superficie de rodadura en pavimentos flexibles y rígidos; que mediante un inventario visual se determina el tipo y la cantidad de fallas, rango de severidad (bajo, medio, alto) y el rango de calificación (0-100).

Es importante señalar que el valor cero (0) indica que el pavimento ha fallado y cien (100) resulta un pavimento en buenas condiciones.

**Carpeta Asfáltica:** Aquella capa que se encuentra en la parte superior de la Sub base y Base, la cual está constituida con material pétreo seleccionado y un aglomerante como es el asfalto. La carpeta asfáltica evita que el agua ingrese directamente a las capas inferiores, y por ende evita la desintegración de las mismas. Además, contribuye a soportar las cargas vehiculares y a distribuir los esfuerzos de estas capas (sub base y base), ya que su función principal es generar el rodamiento superficial eficiente, brindando comodidad y seguridad a las personas que transitan por las vías pavimentadas [13].

En la mezcla asfáltica es importante verificar que no haya un exceso de asfalto porque esto puede crear una pérdida de estabilidad en la superficie, incluso que se convierta en zona resbalosa, ya que se encuentra expuesta al intemperismo y al continuo tráfico vehicular que debido a los efectos abrasivos provocarían desgaste en la superficie de rodadura.

**Base:** Aquella capa estructural que está conformada por material granular que puede ser: piedra triturada, agregados y suelos. Para mejorar el soporte de la carga vehicular se puede estabilizar con cemento portland, cal o material bituminosos.

**Sub base:** Aquella capa que compone parte del paquete estructural, ubicada por encima de la sub rasante y por debajo de la base, la cual está destinada a soportar, transmitir y distribuir las cargas vehiculares de manera uniforme. Además, está compuesta por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas [13].

**Sub rasante:** Capa de terreno que soporta el paquete estructural y dependiendo de las características del suelo puede conformarse ya sea por corte o por relleno. Es importante que la subrasante cumpla los requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción por efectos de la humedad, porque de ella depende determinar el espesor del pavimento [13].

### III. Materiales y métodos

#### 3.1. Hipótesis y variables.

##### 3.1.1. Formulación de la Hipótesis

El pavimento flexible de vías urbanas del distrito de Pítipo en el año 2019 se encuentra en pésimas condiciones del estado superficial y estructural del pavimento.

#### 3.2. Variables- Operacionalización

##### 3.2.1. Variables

Fallas Superficiales y condición estructural del pavimento flexible.

##### 3.2.2. Operacionalización

**Tabla 14:** Operacionalización de la variable única

Variable	Indicadores	Índices	Instrumento	Unidad de medida
Fallas Superficiales y condición estructural del Pavimento Flexible	Parámetros de evaluación Superficial	-Detectar las fallas presentes en el pavimento flexible.	-Formato de registro -Catálogo de fallas -Manual del PCI	-Tipo o clase -Severidad -Extensión
		-Determinar el Índice de condición de pavimento flexible.	- Formato del manual PCI.	-Valor deducido(VD) -valor deducido corregido(VDC) -Rango de calificación del PCI -Condición del estado del pavimento
	Condición estructural del pavimento flexible	- % de humedad - Granulometría - Proctor modificado - CBR	-Horno, Balanza, etc -Tamices, estufa. -Molde, Horno. -Prensa de Molde, Metal, etc.	%

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3. Objetivos

#### 3.3.1. Objetivo general

Realizar la evaluación del estado superficial y estructural en zonas críticas del pavimento flexible en el distrito de Pítipo.

#### 3.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el pavimento flexible mediante el método PCI.
- ✓ Determinar el índice de daño del pavimento flexible en las vías urbanas del distrito de Pítipo.
- ✓ Determinar el IMDA mediante el estudio de tráfico en base a estudios secundarios realizados en la zona urbana del distrito de Pítipo.
- ✓ Analizar las condiciones estructurales del pavimento flexible en las zonas más críticas de las vías de estudio del distrito de Pítipo.

### 3.4. Diseño metodológico

#### 3.4.1. Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

**De acuerdo al fin que se persigue:** Es un estudio aplicado, debido a que se busca conocer una realidad problemática, en este caso: el estado actual del pavimento flexible del distrito de Pítipo, existiendo la posibilidad que mediante esta información se puedan plantear alternativas para la preservación o mejoramiento de este servicio de transitabilidad.

**De acuerdo a los datos analizados:** Es un estudio cuantitativo, puesto que a lo largo de toda la investigación se realizarán procesos de recolección y análisis de datos, además de medición numérica, para finalmente probar las hipótesis.

**De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis:** Este estudio es no experimental porque no se manipulará deliberadamente variable alguna; asimismo porque no se tratará de establecer relaciones causales directas entre dos variables o entre dos elementos. Además, se menciona que es una investigación de tipo descriptiva, ya que en base a los datos obtenidos del estado del pavimento flexible, se determinarán la situación en el que se encuentra.

### 3.4.2. Población, muestra de estudio y muestreo

#### 3.4.2.1. Población

Para la presente Investigación la población está dada por la delimitación geográfica del distrito de Pítipo, involucrando las vías principales.

**Fig. 25.** Vista en planta del distrito de Pítipo



**Fuente:** Google Earth

Para la Evaluación del Estado superficial y Estructural en las partes críticas del pavimento flexible, en distrito de Pítipo se delimito un área determinada.

**Fig. 26.** Delimitación de la zona de estudio



**Fuente:** Google Earth

### **3.4.3. Muestra de estudio.**

La muestra de estudio son las vías urbanas, del área que está delimitada

#### **MUESTREO DE ESTUDIO.**

Se dividen como unidades de muestreo al resultado que se obtiene con la fórmula indicada por el método PCI de acuerdo con la tabla N°02.

### **3.4.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Método pavement condition index (pci)**

Se usará el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), para la evaluación del pavimento flexible en la zona de estudio ya que es un método más completo para determinar el tipo de falla, grado de severidad y el grado de calificación del mismo.

#### **Procedimiento:**

Se obtendrá el número de muestras que se estudiarán, mediante la Ecuación N°01. Luego se deberá seleccionar el número de unidades de muestra que se determinará, usando la ecuación N° 02.

Para ello se tomara en cuenta lo siguiente:

- Reconocer el tramo y las secciones.
- Marcar el área de las muestras mediante puntos guía en la vía y registrar el tamaño de cada una.
- Inspeccionar visualmente cada muestra.
- Evaluar los tipos fallas, cuantificando el grado de severidad y registrar toda la información obtenida en campo.
- Tener en cuenta la unidad de medida en cada tipo de falla, para un adecuado registro de las mismas.
- Volver hacer este proceso para cada unidad de muestra a ser observada.

#### **Equipos y materiales**

- Plano de distribución donde se sintetizará el pavimento que será evaluado.

- Hoja de campo donde se escribirá los datos obtenidos durante la inspección visual.
- Wincha u odómetro manual para realizar las mediciones de distancias de carreteras.
- Cordel o regla para realizar las mediciones de la deformación transversal y longitudinal del pavimento flexible que se analizara.

### **ESTUDIO DE TRÁNSITO**

Se realiza el estudio de tránsito para clasificar el tipo de carretera según el IMDA

#### **PROCEDIMIENTO:**

- Determinar horas adecuadas para ejecutar el estudio.
- Realizar el conteo de vehículos en horas de alta demanda vehicular.
- Verificar que la hoja de toma de datos estén correctamente llenados.
- Procesar los resultados obtenidos en trabajo de gabinete.

#### **MATERIALES:**

- Formato de conteo de vehículos

### **NÚMERO DE CALICATAS PARA LA EXPLORACIÓN DE SUELOS**

- Mediante calicatas se puede obtener muestras representativas en las capas de la Sub base y Base del pavimento flexible de modo que permita realizar el ensayo CBR para determinar la resistencia del suelo.

#### **PROCEDIMIENTO:**

- Determinar el número de calicatas a excavar en las partes críticas del pavimento flexible.
- Realizar la excavación de calicatas con personal de apoyo.
- Llevar las muestras al laboratorio de suelos para realizar los ensayos respectivos.
- Determinar la humedad óptima y densidad máxima de los materiales de muestra mediante el ensayo Próctor modificado o normal.

- Realizar la compactación de la muestra en tres moldes de CBR. Se compactan empleando 15, 30 y 60 golpes en cada capa.
- Después de compactar, se enraza el molde.
- Desmontar el molde y colocarlo nuevamente pero invertido.
- Sumergir los moldes en agua.
- Se procede a colocar la placa perforada y el vástago.
- Colocar el vástago y tomar medidas por 4 días.
- Sacar la muestra del agua.
- Mediante la prensa CBR se debe aplicar la carga sobre el pistón de penetración.
- Tomar lecturas de la prensa.
- Procesar los resultados obtenidos.
- Graficar el índice CBR.

#### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Moldes cilíndricos de acero de 17.5 cm a 20cm de altura, con un diámetro de 15cm
- Martillo de 10 libras.
- Disco separador.
- Cuchillo para enrasar el material.
- Plato y vástago.
- Trípode y extensómetro para medir la expansión de la muestra
- Pesas de sobrecarga.
- Papel filtro.
- Pistón cilíndrico de 3".
- Prensa CBR.

### 3.4.5. Plan de procesamiento de análisis de datos

#### 3.4.5.1. Estudio de tráfico

Este estudio de Tráfico se realizó para el Proyecto de Inversión Pública denominado: “CONSTRUCCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALLE FRANCISCO MURO MORENO, AV. GARCILAZO DE LA VEGA CUADRA N° 01 Y 02, LA AV. LUIS HEYSEN DE LA CIUDAD DE PITIPO, DISTRITO DE PITIPO, FERREÑAFE - LAMBAYEQUE”.

Se determinó un puesto de conteo al ingreso a la Capital del Distrito de Pítipu, con el objetivo registrar el número de vehículos que transitan en la vía. La demanda del servicio fue obtenido mediante la información de campo realizado por el Formador que elaboro el Estudio de la Municipalidad Distrital de Pítipu. El Estudio de Tráfico consistió en el conteo vehicular realizados durante los 07 días de la semana, asimismo el conteo se realizó durante las 24 horas. Tratándose de un tramo homogéneo, se ha considerado una sola Estación (E-1) de conteo, ubicada a la entrada de la Capital del Distrito de Pítipu.

**Tabla 15:** Formato para conteo de vehículos

<b>FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR</b> <b>ESTUDIO DE TRAFICO</b>			
SENTIDO	E ←	S →	
UBICACIÓN	PAVIMENTACION PITIPO		

**Fuente:** Ministerio de Transportes y comunicaciones

El estudio de tráfico se realizó los días 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27 de Abril del año 2014, el tránsito se dio durante las 24 horas, en el cual se obtuvo que dichas vías sean transitadas por distintos tipo de vehículos( VER ANEXO A).

#### 3.4.5.2. Unidades de muestra y procedimiento de inspección

##### 3.4.5.2.1. División del pavimento en unidades de muestra

Para la evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI, se dividen las secciones en unidades de muestreo y con el ancho de calzada (utilizando la **Tabla N°2**) se obtiene la longitud de unidad de muestreo, pero a excepciones de las vías que tienen más de 7.30 m de ancho, es necesario extrapolar para obtener el total de muestras. A continuación se detallan el total de unidades de muestreo en cada calle y avenida de la zona de estudio.

**Tabla 16:** Unidades de muestra-Av.: Luis Heysen (Km 0+000 - 0+235.87)

<b>LONGITUD</b>	<i>235.87m</i>
<b>ANCHO PROMEDIO DE CALZADA</b>	<i>7.60 m</i>
<b>LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTREO</b>	<i>30.04 m</i>
<b>TOTAL DE UNIDADES DE MUESTREO</b>	<b>8.00</b>
<b>AREA DE SECCION A INSPECCIONAR</b>	<b>228.29 m<sup>2</sup></b>

**Fuente:** Elaboración propia

*EXTRAPOLACIÓN*

6.50	35.40
7.30	31.50
7.60	X
<b>x=</b>	<b>30.04</b>

En la tabla N° 16 se observa que extrapolando se obtiene una longitud de 30.04m y siguiente a ello se define las unidades de muestreo, cuyas dimensiones son 7.60m x 30.04m lo cual resulta un área de 228.29m<sup>2</sup>, de tal manera que se obtiene 8 unidades de muestra. Según la inspección visual se presentaron 6 unidades con patologías, las cuales se analizarán estas seis (VER ANEXO D).

**Tabla 17:** Unidades de muestra-CA: Manuel Seoane corrales –tramo 1 (Km 0+000 - 0+164.60)

<b>LONGITUD</b>	<i>164.60 m</i>
<b>ANCHO PROMEDIO DE CALZADA</b>	<i>6.00 m</i>
<b>LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTREO</b>	<i>38.30 m</i>
<b>TOTAL DE UNIDADES DE MUESTREO</b>	<b>5.00</b>
<b>AREA DE SECCION A INSPECCIONAR</b>	<b>229.80 m<sup>2</sup></b>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N° 17 se obtiene una longitud de 38.30m y por consiguiente se define las unidades de muestreo, cuyas dimensiones son 6.00m x 38.30m y con respecto a estos resultados se obtiene un área de 229.80m<sup>2</sup>, de tal manera que se analizan 5 unidades de muestra. En esta calle: Manuel Seoane Corrales-TRAMO 1 no fue necesario extrapolar, ya que el ancho de vía es de 6.00m. De las 5 unidades de muestra solo 2 presentan patologías, las cuales se analizarán estas dos. En el TRAMO 2 no presenta daños superficiales y estructurales, siendo ésta un ancho de 3m. Además es de baja transitabilidad (VER ANEXO D).

**Tabla 18:** Unidades de muestra-CA: Los Parques (Km 0+000 - 0+240.16)

<b>LONGITUD</b>	240.16 m
<b>ANCHO PROMEDIO DE CALZADA</b>	9.30 m
<b>LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTREO</b>	21.75 m
<b>TOTAL DE UNIDADES DE MUESTREO</b>	11.00
<b>AREA DE SECCION A INSPECCIONAR</b>	202.28 m <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

#### EXTRAPOLACIÓN

6.50	35.40
7.30	31.50
9.30	X
<b>x=</b>	<b>21.75</b>

En la tabla N° 18 se observa que extrapolando se obtiene una longitud de 21.75m y cuenta con ancho promedio de calzada de 9.30m, con respecto a estas dimensiones resulta un área de 228.29m<sup>2</sup>, de tal manera que resulta 11 unidades de muestra. Según la inspección visual se presentó 3 unidades con patologías, las cuales se analizarán estas 3 (VER ANEXO D).

**Tabla 19:** Unidades de muestra-CA: Miguel Grau (Km 0+000 - 0+231.59)

<b>LONGITUD</b>	231.59 m
<b>ANCHO PROMEDIO DE CALZADA</b>	9.30 m
<b>LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTREO</b>	21.75 m
<b>TOTAL DE UNIDADES DE MUESTREO</b>	11.00
<b>AREA DE SECCION A INSPECCIONAR</b>	202.28 m <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

#### EXTRAPOLACIÓN

6.50	35.40
7.30	31.50
9.30	X
<b>x=</b>	<b>21.75</b>

En la tabla N° 19 se obtiene una longitud de unidad de muestreo de 21.75m, y un ancho de calzada de 9.30m, lo cual se utilizó el método de extrapolación para calcular la longitud

aproximada y con estas dimensiones resulta un área de 202.28m<sup>2</sup>, por lo tanto resultan 11 unidades de muestra. Según la inspección visual se presentó 2 unidades con patologías, las cuales se analizaran estas 2 (VER ANEXO D).

**Tabla 20:** Unidades de muestra-Av.: Garcilaso de la Vega (Km 0+000 - 0+277.76)

<b>LONGITUD</b>	277.76 m
<b>ANCHO PROMEDIO DE CALZADA</b>	9.00 m
<b>LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTREO</b>	23.21 m
<b>TOTAL DE UNIDADES DE MUESTREO</b>	12.00
<b>AREA DE SECCION A INSPECCIONAR</b>	208.91 m <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

*EXTRAPOLACION*

6.50	35.40
7.30	31.50
9.00	X
<b>x=</b>	<b>23.21</b>

En la tabla N° 20 se observa que extrapolando se obtiene una longitud de 23.21m y cuenta con ancho promedio de calzada de 9.00m, con respecto a estas dimensiones resulta un área de 208.21m<sup>2</sup>, de tal manera que resulta 12 unidades de muestra. Según la inspección visual se presentó 1 unidad con patologías, lo cual ésta se tomará como unidad de muestra (VER ANEXO D).

En las calles que a continuación se mencionan: JIRÓN HONORES Y PSJE-PÍTIPO no presentan patologías según la inspección visual, es por ello que no han realizado Unidades de Muestreo (VER ANEXO D).

### **3.4.5.2.2. Procedimiento de inspección para la evaluación superficial**

Se realiza la inspección correspondiente a la unidad de muestra seleccionada, consecuente a ello se identifican el tipo de fallas en función del nivel de severidad para luego tomar nota de dicha información en la hoja de registro PCI.

### **3.4.5.2.3. Cantidad de calicatas a explorar**

Se determina el número calicatas en los puntos críticos del pavimento flexible para obtener muestras representativas en las capas que componen la estructura del pavimento, de modo que permita realizar ensayos de las muestras extraídas en laboratorio de suelos y agregados. La calicata(C-1) se encuentra en la Av. Garcilaso de la Vega, con intersección a la CA. Manuel

Seoane Corrales y la Av. Luis Heysen; la calicata (C-2) se encuentra en la Av. Luis Heysen, que está entre la Av. Garcilaso de la Vega y la CA. Miguel Grau y la calicata (C-3) también se encuentra en la Av. Luis Heysen, con intersección a la CA. Los Parques (VER ANEXO E).

### **3.5. Consideraciones Éticas**

En este proyecto “**Evaluación del estado superficial y estructural en zonas críticas del pavimento flexible en el distrito de Pítipo, Provincia de Ferreñafe y Departamento de Lambayeque en el año 2019**”, se realizó haciendo uso de estudios básicos sobre el Estudio de tráfico para obtener el IMDa, los mismos que se realizó para el proyecto de inversión pública, el cual es mencionado en el punto 3.4.4.1 de este proyecto de investigación. Estos estudios fueron analizados y trabajados en gabinete de manera meticulosa, del mismo modo se enfatiza y se resalta que no se hizo ningún uso de data fraudulenta. Todo lo mencionado se detalla en los ANEXOS A.

## IV. Resultados y discusión

### 4.1. Resultados

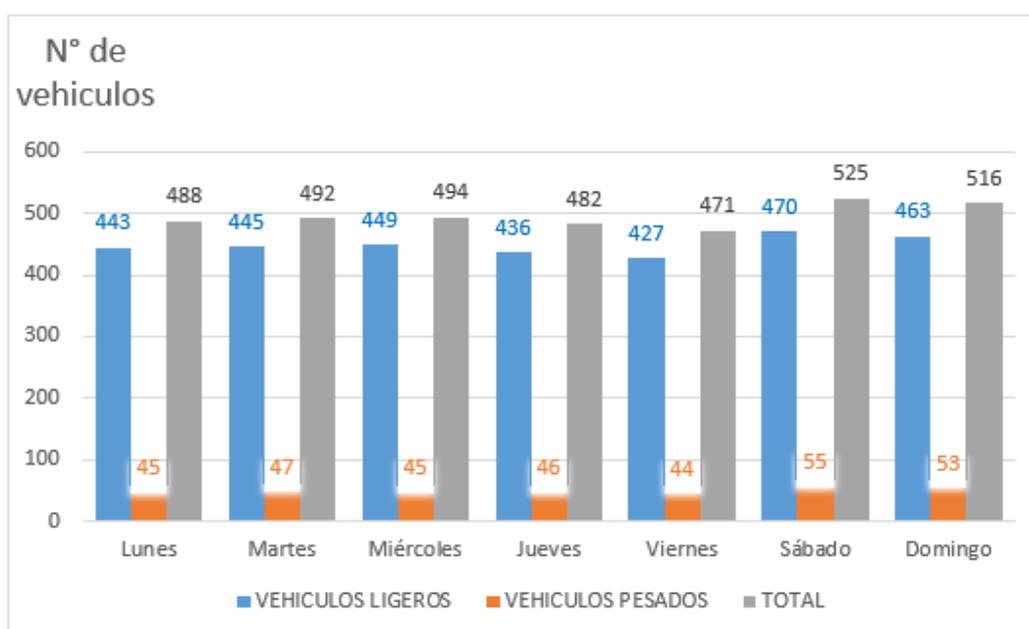
#### 4.1.1. Determinación del estudio de tráfico

**Tabla 21:** Tráfico vehicular promedio diario semanal

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Auto	229	231	233	219	210	241	238
Station Wagon	95	94	94	96	96	91	90
Pick Up	37	38	38	38	38	42	42
Panel	19	19	19	19	19	20	20
Combi Rural	35	35	37	36	36	48	45
Micro	28	28	28	28	28	28	28
<b>VEHICULOS LIGEROS</b>	<b>443</b>	<b>445</b>	<b>449</b>	<b>436</b>	<b>427</b>	<b>470</b>	<b>463</b>
Bus 2E	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E	14	15	14	14	14	17	17
Camión 3E	10	10	10	11	11	14	14
Semitrayler 3S1/3S2	2	2	2	2	2	2	2
Trayler 2T2	18	19	18	18	16	21	19
<b>VEHICULOS PESADOS</b>	<b>45</b>	<b>47</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>44</b>	<b>55</b>	<b>53</b>
<b>TOTAL</b>	<b>488</b>	<b>492</b>	<b>494</b>	<b>482</b>	<b>471</b>	<b>525</b>	<b>516</b>

**Fuente:** Estudio de Tráfico-Conteo Vehicular

**Gráfico 3.** Composición vehicular



**Fuente:** Estudio de Tráfico-Conteo Vehicular

En el gráfico N°3 el mayor volumen de tráfico por día en la zona de estudio del distrito de Pítipo, se presenta los días sábados con 525 vehículos y el día viernes se registra menor volumen de tráfico con una representación de 471 vehículos.

Se determina el Índice Medio Diario Anual (IMDa) en base a un factor de corrección mensual, el cual permite expandir la muestra semanal (IMDs) a un promedio de volumen vehicular anual. Para determinar el Índice Medio Diario Semanal (IMDs), se utiliza la siguiente fórmula:

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Luego de obtener el IMDs, se calcula el IMDa en función del factor de corrección (FC), a través de la siguiente ecuación:

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

**Donde:**

IMDs = Índice Medio diario Semanal.

IMDa = Índice Medio Diario Anual

Vi = Volumen vehicular diario.

Los resultados obtenidos se ajustan mediante los factores de corrección, ya que permiten expandir una muestra vehicular a mayor periodo de tiempo. Para obtener los Factores de Corrección Estacional se tomó como referencia una estación de peaje más cercano al distrito de Pítipo: Estación E-01, Ingreso Capital del Distrito de Pítipo.

**Tabla 22:** Cálculo del IMDa

Tipo de Vehículo	TRÁFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DÍA							TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Auto 	229	231	233	219	210	241	238	1601	229	1.09756753	251
Station Wagon 	95	94	94	96	96	91	90	656	94	1.09756753	103
Pick Up 	37	38	38	38	38	42	42	273	39	1.09756753	43
Panel 	19	19	19	19	19	20	20	135	19	1.09756753	21
Combi Rural 	35	35	37	36	36	48	45	272	39	1.09756753	43
Micro 	28	28	28	28	28	28	28	196	28	1.09756753	31
<b>VEHICULOS LIGEROS</b>	443	445	449	436	427	470	463	3133	448		492
Bus 2E 	1	1	1	1	1	1	1	7	1	1.12276347	1
Camión 2E 	14	15	14	14	14	17	17	105	15	1.12276347	17
Camión 3E 	10	10	10	11	11	14	14	80	11	1.12276347	13
Semitrayler 3S1/3S2 	2	2	2	2	2	2	2	14	2	1.12276347	2
Trayler 2T2 	18	19	18	18	16	21	19	129	18	1.12276347	21
<b>VEHICULOS PESADOS</b>	45	47	45	46	44	55	53	335	48		54
<b>TOTAL</b>	<b>488</b>	<b>492</b>	<b>494</b>	<b>482</b>	<b>471</b>	<b>525</b>	<b>516</b>	<b>3468</b>	<b>495</b>		<b>546</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 23:** Tráfico actual por tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Auto	251	45.97
Station Wagon	103	18.86
Pick Up	43	7.88
Panel	21	3.85
Combi Rural	43	7.88
Micro	31	5.68
Bus 2E	1	0.18
Camión 2E	17	3.11
Camión 3E	13	2.38
Semitrayler 3S1/3S2	2	0.37
Trayler 2T2	21	3.85
<b>IMD</b>	<b>546</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

## **Demanda**

La demanda para carreteras está conformada por el flujo o tráfico de vehículos en situación actual y futura, en donde la unidad de trabajo del tráfico viene a ser el Índice Medio Diario Anual (IMDA), el cual permite determinar u obtener el número de vehículos promedio en un año que diariamente circulan por las vías. Se toma en consideración los tipos de vehículos ya sean pesados o livianos.

### **Demanda Actual**

Por no contar con series históricas para la realización del estudio de tráfico en la zona de estudio, esta proyección se ha realizado de acuerdo a las variables explicativas de demanda. Para este sector transporte se ha determinado en función de la tasa de crecimiento del PBI del departamento de Lambayeque.

Con respecto a los vehículos pesados se ha tomado en consideración la tasa de crecimiento de mercaderías y en cuanto a los vehículos livianos se ha empleado la tasa de crecimiento de la población.

La proyección del tráfico vehicular en la situación normal se determina o se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

### **Donde:**

T<sub>n</sub>= Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

T<sub>0</sub>= Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n=año futuro de proyección

r=tasa anual de tránsito

### **Demanda proyectada con proyecto.**

El proyecto pretende mejorar el nivel de transitabilidad de la zona urbana, considerando las estrategias y dinamismo para el desarrollo socioeconómico del lugar, para ello se toma en cuenta el porcentaje de tráfico normal que es 15%. Con respecto a los vehículos pesados se ha tomado en consideración la tasa de crecimiento de mercaderías (3.0%) y en cuanto a los vehículos livianos se ha empleado la tasa de crecimiento poblacional (1.5%).

**Tabla 24:** Proyección del tráfico actual con proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Auto	251	251	255	259	262	266	270	274	279	283	287	291	296	300	305	309	314	319	323	328	333
Station Wagon	103	103	105	106	108	109	111	113	114	116	118	120	121	123	125	127	129	131	133	135	137
Pick Up	43	43	44	44	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51	52	53	54	55	55	56	57
Panel	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	27	28
Combi Rural	43	43	44	44	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51	52	53	54	55	55	56	57
Micro	31	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41
<b>VEHICULOS LIGEROS</b>	<b>492</b>	<b>492</b>	<b>499</b>	<b>507</b>	<b>514</b>	<b>522</b>	<b>530</b>	<b>538</b>	<b>546</b>	<b>554</b>	<b>563</b>	<b>571</b>	<b>580</b>	<b>588</b>	<b>597</b>	<b>606</b>	<b>615</b>	<b>624</b>	<b>634</b>	<b>643</b>	<b>653</b>
Bus 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Camión 2E	17	17	18	18	19	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	30
Camión 3E	13	13	13	14	14	15	15	16	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23
Semitrayler 3S1/3S2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Trayler 2T2	21	21	22	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<b>VEHICULOS PESADOS</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>79</b>	<b>82</b>	<b>84</b>	<b>87</b>	<b>89</b>	<b>92</b>	<b>95</b>
<b>TOTAL</b>	<b>546</b>	<b>546</b>	<b>555</b>	<b>564</b>	<b>573</b>	<b>583</b>	<b>593</b>	<b>602</b>	<b>612</b>	<b>623</b>	<b>633</b>	<b>644</b>	<b>654</b>	<b>665</b>	<b>676</b>	<b>688</b>	<b>699</b>	<b>711</b>	<b>723</b>	<b>735</b>	<b>748</b>
<b>Tráfico Generado</b>	<b>0</b>	<b>81</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>87</b>	<b>89</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>94</b>	<b>97</b>	<b>99</b>	<b>101</b>	<b>103</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>106</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>114</b>
Auto	0	38	38	39	39	40	41	41	42	42	43	44	44	45	46	46	47	48	48	49	50
Station Wagon	0	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21
Pick Up	0	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Panel	0	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Combi Rural	0	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Micro	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Camión 3E	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Trayler 2T2	0	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6
<b>IMD TOTAL</b>	<b>546</b>	<b>627</b>	<b>639</b>	<b>649</b>	<b>658</b>	<b>670</b>	<b>682</b>	<b>691</b>	<b>702</b>	<b>714</b>	<b>727</b>	<b>741</b>	<b>753</b>	<b>766</b>	<b>779</b>	<b>791</b>	<b>803</b>	<b>817</b>	<b>829</b>	<b>842</b>	<b>862</b>

**Fuente:** Estudio de Tráfico-Conteo Vehicular

#### 4.1.2. Determinación del índice de estado del pavimento

Para determinar la evaluación de pavimento flexible en la zona de estudio (Av. Luis Heysen, CA. Manuel Seoane Corrales, CA. Los Parques, CA. Miguel Grau, Av. Garcilaso de la Vega), se utiliza el Método PCI para obtener la condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada. Para ello es primordial realizar inspección visual en campo para levantar información de cada tipo de falla en un formato de registro. Asimismo, tomar todas las fotografías necesarias para su correspondiente evaluación (Anexo C).

**Tabla 25:** Tipos de fallas en pavimento flexible

TIPOS DE FALLA		
FALLA N°	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en bloque	m2
4	Abultamiento 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	Parcheo	m2
12	Pulimiento y agregados	m2
13	Huecos	N°
14	Cruce de vía Férrea	m2
15	Ahuellamiento	m2
16	Desplazamiento	m2
17	Grieta parabólica (slippage)	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Desprendimiento de agregados	m2

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N° 25 se observa el tipo de falla con sus respectivas unidades, en la que es necesario e importante tomarlas en cuenta para una adecuada evaluación del pavimento.

**Tabla 26:** Grados de Severidad en pavimento flexible

CLASIFICACION DE SEVERIDAD		
BAJO	Low	L
MEDIO	Medium	M
ALTO	High	H

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N° 26 se observa el grado de severidad, el cual está en función del tipo de falla.



#### 4.1.2.1. Resultados de la evaluación del estado superficial del pavimento flexible

**Av.: LUIS HEYSEN (Km 0+000 - 0+235.87)**

#### RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U1

**Tabla 28:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U1

METODO PCI			ESQUEMA:									FOTOGRAFÍA DE FALLA:								
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			30.04 m 7.60 m																	
HOJA DE REGISTRO																				
Nombre de vía : Av: Luis Heysen, con interseccion de la CA: Garcilazo de la Vega y la CA: PSJE Pitipo			Est. Inicial: 0 + 000			Est. Final: 0 + 30.04			Unidad de Muestra: U1											
Evaluador : Riojas Santamaria, Luis Fernando			Fecha: _____			Sección: 1			Área de muestreo: 228.29 m2											
1. Piel de cocodrilo (m2)			8. Grieta de Reflexión de junta (m)			15. Ahuellamiento (m2)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>			<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>								
2. Exudación (m2)			9. Desnivel carril-berma (m)			16. Desplazamiento (m2)			Low Bajo L			85-100 EXCELENTE								
3. Agrietamiento en bloque (m2)			10. Grietas longitudinales y transversales (m)			17. Grieta parabólica(slippage) (m2)			Medium Medio M			70-85 MUY BUENO								
4. Abultamiento y hundimientos (m)			11. Parcheo (m2)			18. Hinchamiento (m2)			Hing Alto H			55-70 BUENO								
5. Corrugación (m2)			12. Pulimiento y agregados (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)						40-55 REGULAR								
6. Depresión (m2)			13. Huecos (Und)						<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>			25-40 MALO								
7. Grieta de borde (m)			14. Cruce de vía Férrea (m2)						$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HVDiT)$			10-25 MUY MALO								
												0-10 FALLADO								
FALLA Nº	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS						ORDENAMIENTO				CÁLCULO PCI			
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos				TDV	q	CDV		
1	M	m2	4.30	1.67		7.18	3.15	34				49	34	2.15				85.15	3	56
1	H	m2	3.10	2.63		8.15	3.57	49				49	34	2				85	2	62
19	L	m2	1.30	1.13		1.47	0.64	2.15	49	5.68	3.00	49	2	2				53	1	54
Donde: HVDi= Valor deducido			TDV= Suma de valores deducidos totales			MAX CDV=						62								
HVDiT= Valor deducido más alto			q= Número de valores deducidos			PCI=100-MAX CDV=						38								
m= Numero maximo de valores deducidos			CDV= Valor deducido corregido			CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=						MALO								
qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																				

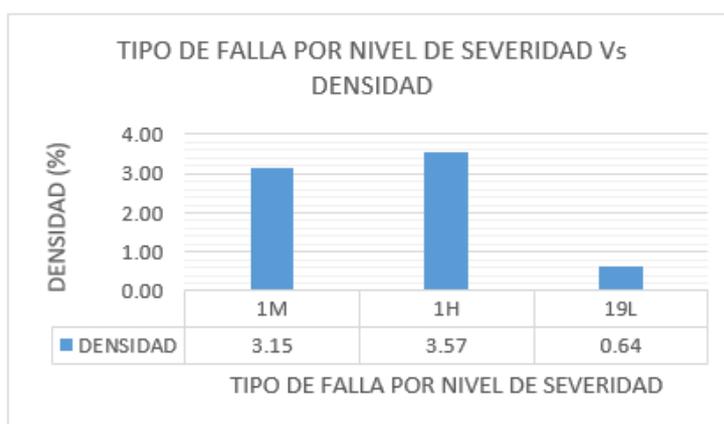
Fuente: Elaboración Propia

La unidad de muestra U1 tiene un área de 228.29 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Luis Heysen. Se determina como sección N°01, ya que no presenta cambios de sección dentro de su área. La falla encontrada con nivel de severidad bajo fue: desprendimiento de agregados, con nivel de severidad medio fue: Piel de cocodrilo.

La falla que genera más deterioro es justamente la falla “Piel de cocodrilo”, puesto que se presenta en casi toda la unidad de la muestra.

Como se observa en la tabla N°28. Se obtuvieron 3 valores deducidos: 49, 34, 2.15. Un máximo valor deducido corregido CDV= 62, obteniendo una calificación de PCI=38, la cual se considera un estado de pavimento Malo.

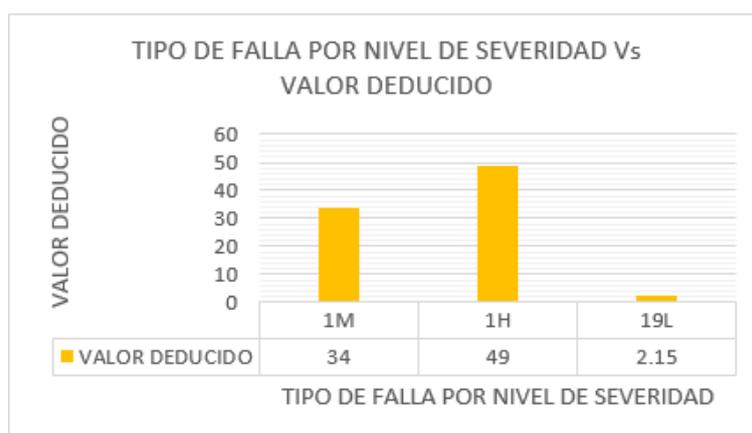
**Gráfico 4.** Incidencia de falla U1



**Fuente:** Elaboración propia

Según el tipo de falla 1H presenta mayor incidencia con un indicador de 3.57%

**Gráfico 5.** Incidencia de valor deducido U1



**Fuente:** Elaboración propia

Según el tipo de falla 1H presenta mayor incidencia con un VD=49

## RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U2

**Tabla 29:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U2

METODO PCI			ESQUEMA:				FOTOGRAFÍA DE FALLA:																			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>30.04 m</span> <span>7.60 m</span> </div>																							
HOJA DE REGISTRO																										
Nombre de vía :		Av: Luis Heysen, con interseccion de la CA: Garcilazo de la Vega y la CA: PSJE Pitipo				Est. Inicial:		Est. Final:		Unidad de Muestra:																
Evaluador :		Riojas Santamaria, Luis Fernando				Fecha:		Sección:		Área de muestreo:																
						0 + 30.04		0 + 60.08		U2																
								1		228.29 m <sup>2</sup>																
1. Piel de cocodrilo (m2)			8. Grieta de Reflexión de junta (m)			15. Ahuellamiento (m2)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>		<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>															
2. Exudación (m2)			9. Desnivel carril-berma (m)			16. Desplazamiento (m2)			Low	Bajo	L	85-100	EXCELENTE													
3. Agrietamiento en bloque (m2)			10. Grietas longitudinales y transversales (m)			17. Grieta parabólica(slippage) (m2)			Medium	Medio	M	70-85	MUY BUENO													
4. Abultamiento y hundimientos (m)			11. Parcheo (m2)			18. Hinchamiento (m2)			Hing	Alto	H	55-70	BUENO													
5. Corrugación (m2)			12. Pulimiento y agregados (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)			<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>			40-55	REGULAR													
6. Depresión (m2)			13. Huecos (Und)						$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HVDiT)$			25-40	MALO													
7. Grieta de borde (m)			14. Cruce de vía Férrea (m2)									10-25	MUY MALO													
												0-10	FALLADO													
FALLA N°	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO					CÁLCULO PCI									
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos					TDV	q	CDV							
13	M	Und			1	1.00	0.44	20				42	40	20	10				112	4	70					
1	M	m2	3.00	1.68		13.29	5.82	40	42	6.33	4.00	42	40	20	2				104	3	73					
1	M	m2	1.70	2.10								42	40	2	2								86	2	62	
1	M	m2	2.5	1.87								42	2	2	2									48	1	46
1	H	m2	3.12	0.94								4.80	2.10	42												
1	H	m2	1.52	1.23																						
13	L	Und			1	1.00	0.44	10																		
Donde:		HVDi= Valor deducido				TDV= Suma de valores deducidos totales					MAX CDV=					73										
		HVDiT= Valor deducido más alto				q= Número de valores deducidos					PCI=100-MAX CDV=					27										
		m= Numero maximo de valores deducidos				CDV= Valor deducido corregido					CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=					MALO										
		qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																								

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U2 tiene un área de 228.29 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Luis Heysen. También se determina como sección N°01 porque no presenta cambio de sección.

La falla con nivel de severidad bajo fueron: huecos y con nivel de severidad medio fueron: Huecos y Piel de cocodrilo. La falla que genera más deterioro es también la “Piel de cocodrilo”, puesto que se presenta en casi toda la unidad de la muestra.

En la tabla N°29 se observan 4 valores deducidos: 42, 40, 20 y 10, con máximo valor deducido corregido CDV=73, obteniendo una calificación de PCI=27, por ello se considera un estado de pavimento Malo.

**Gráfico 6.** Incidencia de falla U2



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 1M presenta mayor incidencia con un indicador de 5.82%

**Gráfico 7.** Incidencia de valor deducido U2



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 1H presenta mayor incidencia con un VD= 42

### RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U3

**Tabla 30:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U3

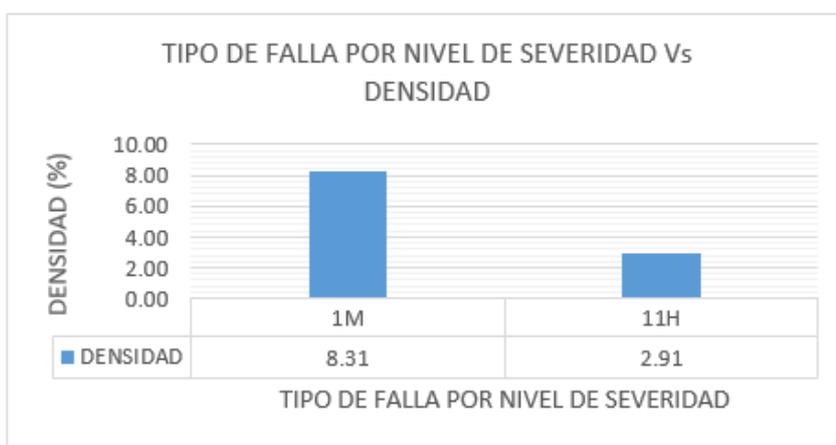
METODO PCI			ESQUEMA:								FOTOGRAFÍA DE FALLA:														
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin-right: 10px;"></div> <div style="text-align: center;">30.04 m</div> <div style="border: 1px solid black; width: 10px; height: 30px; margin-left: 10px;"></div> <div style="margin-left: 10px;">7.60 m</div> </div>																						
HOJA DE REGISTRO																									
Nombre de vía :			Av: Luis Heysen, con interseccion de la CA: Garcilazo de la Vega y la CA: PSJE Pitipo						Est. Inicial: 0 + 60.08		Est. Final: 0 + 90.11		Unidad de Muestra: U3												
Evaluador :			Riojas Santamaria, Luis Fernando						Fecha:		Sección: 1		Área de muestreo: 228.29 m <sup>2</sup>												
1. Piel de cocodrilo (m2)			8. Grieta de Reflexión de junta (m)			15. Ahuellamiento (m2)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>			<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>													
2. Exudación (m2)			9. Desnivel carril-berma (m)			16. Desplazamiento (m2)			Low    Bajo    L			85-100    EXCELENTE													
3. Agrietamiento en bloque (m2)			10. Grietas longitudinales y transversales (m)			17. Grieta parabólica(slippage) (m2)			Medium    Medio    M			70-85    MUY BUENO													
4. Abultamiento y hundimientos (m)			11. Parcheo (m2)			18. Hinchamiento (m2)			Hing    Alto    H			55-70    BUENO													
5. Corrugación (m2)			12. Pulimiento y agregados (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)			<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>			40-55    REGULAR													
6. Depresión (m2)			13. Huecos (Und)						$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HVDiT)$			25-40    MALO													
7. Grieta de borde (m)			14. Cruce de vía Férrea (m2)									10-25    MUY MALO													
												0-10    FALLADO													
FALLA Nº	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO				CÁLCULO PCI									
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos				TDV	q	CDV							
1	M	m2	3.12	1.05		18.96	8.31	43.5	43.50	6.19	2.00	43.5	29					72.5	2	54					
1	M	m2	3.76	2.70								43.5	2										45.5	1	46
1	M	m2	2.70	2.05																					
11	H	m2	1.21			6.64	2.91	29																	
11	H	m2	4.18	1.3																					
Donde:			HVDi= Valor deducido			TDV= Suma de valores deducidos totales			MAX CDV=				54												
			HVDiT= Valor deducido más alto			q= Número de valores deducidos			PCI=100-MAX CDV=				46												
			m= Numero maximo de valores deducidos			CDV= Valor deducido corregido			CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=				REGULAR												
			qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																						

Fuente: Elaboración Propia

La unidad de muestra U3 tiene un área de 228.29 m<sup>2</sup> perteneciente a la Av. Luis Heysen. Esta unidad no presenta cambios de sección y la falla encontrada con nivel de severidad bajo fue: Piel de cocodrilo. La falla que genera más deterioro es el “Parcheo”, puesto que se presenta en casi toda la unidad de la muestra.

En la tabla N°30 se observan 2 valores deducidos: 43.5 y 29, con máximo valor deducido corregido de 54, obteniendo una calificación de PCI=46, la cual se considera un estado de pavimento Regular.

**Gráfico 8.** Incidencia de falla U3



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 1M presenta mayor incidencia con un indicador de 8.31%

**Gráfico 9.** Incidencia de valor deducido U3



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 1M presenta mayor incidencia con un VD=43.5

## RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U4

**Tabla 31:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U4

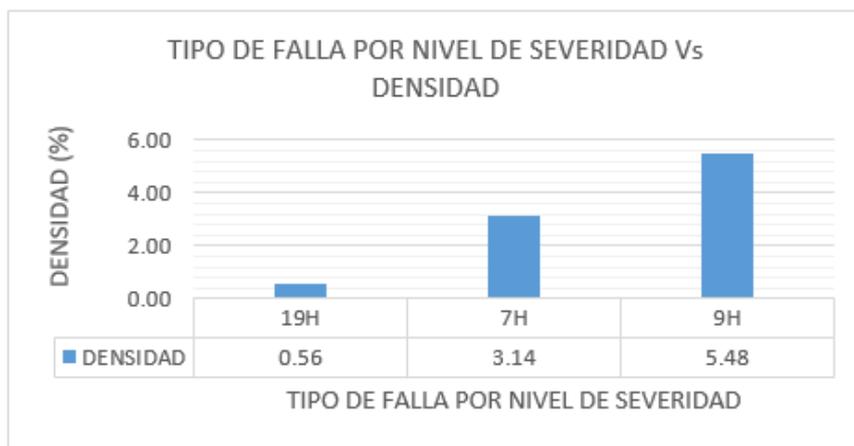
METODO PCI			ESQUEMA:				FOTOGRAFÍA DE FALLA:													
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin-right: 10px;"></div> <div style="text-align: center;">30.04 m</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin-left: 10px; position: relative;"> <span style="position: absolute; right: -10px; top: 50%; transform: translateY(-50%); font-size: small;">7.60 m</span> </div> </div>																	
HOJA DE REGISTRO																				
Nombre de vía : <u>Av: Luis Heysen, con interseccion de la CA: Garcilazo de la Vega y la CA: PSJE Pitipo</u>			Est. Inicial: <u>0 + 90.11</u>		Est. Final: <u>0 + 120.15</u>		Unidad de Muestra: <u>U4</u>													
Evaluador : <u>Riojas Santamaria, Luis Fernando</u>			Fecha: _____		Sección: <u>1</u>		Área de muestreo: <u>228.29 m2</u>													
1. Piel de cocodrilo (m2)      8. Grieta de Reflexión de junta (m)      15. Ahuellamiento (m2) 2. Exudación (m2)      9. Desnivel carril-berma (m)      16. Desplazamiento (m2) 3. Agrietamiento en bloque (m2)      10. Grietas longitudinales y transversales (m)      17. Grieta parabólica(slippage) (m2) 4. Abultamiento y hundimientos (m)      11. Parcheo (m2)      18. Hinchamiento (m2) 5. Corrugación (m2)      12. Pulimiento y agregados (m2)      19. Desprendimiento de agregados (m2) 6. Depresión (m2)      13. Huecos (Und)      14. Cruce de vía Férrea (m2) 7. Grieta de borde (m)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>		<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>															
			Low      Bajo      L		85-100      EXCELENTE															
			Medium      Medio      M		70-85      MUY BUENO															
			Hing      Alto      H		55-70      BUENO															
			<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>		40-55      REGULAR															
			$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HVDiT)$		25-40      MALO															
					10-25      MUY MALO															
					0-10      FALLADO															
FALLA N°	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS				ORDENAMIENTO				CÁLCULO PCI					
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos				TDV	q	CDV		
19	H	m2	1.21	1.05		1.27	0.56	14				14	13	9.5				36.5	3	22.2
7	H	m	7.16			7.16	3.14	13				14	13	2				29	2	20
9	H	m	12.50			12.50	5.48	9.5		14	8.90	3.00	14	2	2			18	1	18
Donde: HVDi= Valor deducido			TDV= Suma de valores deducidos totales				MAX CDV=				22.2									
HVDiT= Valor deducido más alto			q= Número de valores deducidos				PCI=100-MAX CDV=				77.8									
m= Numero maximo de valores deducidos			CDV= Valor deducido corregido				CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=				MUY BUENO									
qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																				

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U4 tiene un área de 228.29 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Luis Heysen, no presenta cambios de sección y las fallas encontradas con nivel de severidad alta tales como: Desprendimiento de agregados, grietas de borde y desnivel carril- Berma.

En la tabla N°31 se puede observar que se obtuvieron 3 valores deducidos: 14, 13 y 9.5 con un CDV= 22.2, obteniendo una calificación de PCI=77.8, la cual se considera un estado de pavimento Muy Bueno.

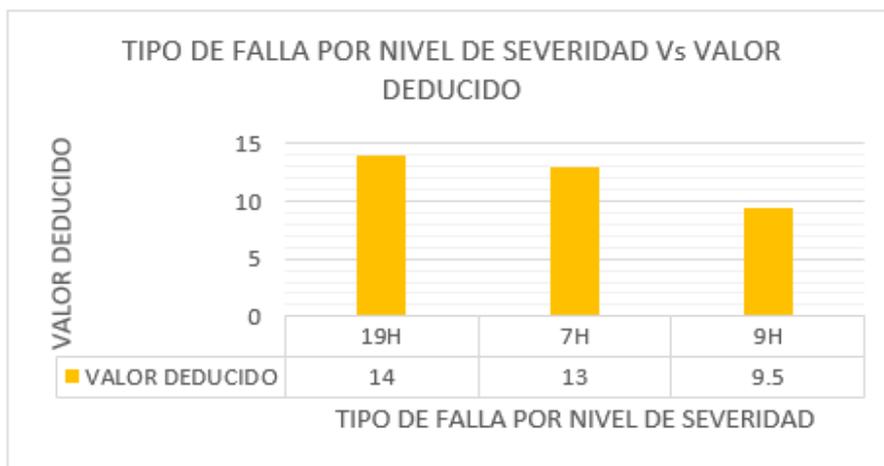
**Gráfico 10.** Incidencia de falla U4



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 9H presenta mayor incidencia con un indicador de 5.48%

**Gráfico 11.** Incidencia de valor deducido U4



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 19H presenta mayor incidencia con un VD= 14

## RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U7

**Tabla 32:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U7

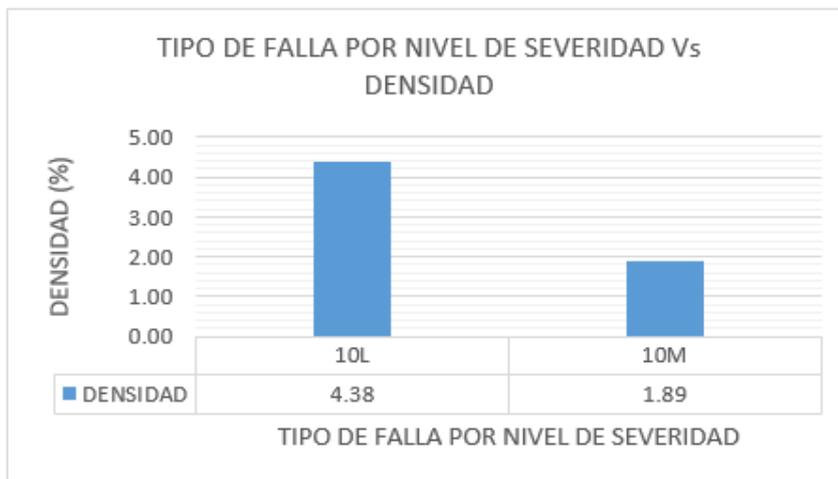
METODO PCI			ESQUEMA:		FOTOGRAFÍA DE FALLA:																		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div> 30.04 m <span style="float: right;">7.60 m</span>																				
HOJA DE REGISTRO																							
Nombre de vía :		Av: Luis Heysen, con interseccion de la CA: Garcilazo de la Vega y la CA: PSJE Pitipo			Est. Inicial: 0 + 180.24 Est. Final: 0 + 210.28		Unidad de Muestra: U7																
Evaluador :		Riojas Santamaria, Luis Fernando			Fecha: _____ Sección: 1		Área de muestreo: 228.29 m2																
1. Piel de cocodrilo (m2)		8. Grieta de Reflexión de junta (m)		15. Ahuellamiento (m2)		<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>		<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>															
2. Exudación (m2)		9. Desnivel carril-berma (m)		16. Desplazamiento (m2)		Low Bajo L		85-100 EXCELENTE															
3. Agrietamiento en bloque (m2)		10. Grietas longitudinales y transversales (m)		17. Grieta parabólica(slippage) (m2)		Medium Medio M		70-85 MUY BUENO															
4. Abultamiento y hundimientos (m)		11. Parcheo (m2)		18. Hinchamiento (m2)		Hing Alto H		55-70 BUENO															
5. Corrugación (m2)		12. Pulimiento y agregados (m2)		19. Desprendimiento de agregados (m2)		<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>		40-55 REGULAR															
6. Depresión (m2)		13. Huecos (Und)				$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HVDiT)$		25-40 MALO															
7. Grieta de borde (m)		14. Cruce de vía Férrea (m2)						10-25 MUY MALO															
0-10 FALLADO																							
FALLA N°	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO					CÁLCULO PCI						
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos					TDV	q	CDV				
10	L	m	7.02			10.00	4.38	4.5	5.9	9.64	2	5.9	4.5					10.4	2	10			
10	L	m	2.98												5.9	2					7.9	1	8
10	M	m	4.31			4.31	1.89	5.9															
Donde:		HVDi= Valor deducido		TDV= Suma de valores deducidos totales								MAX CDV=					10						
		HVDiT= Valor deducido más alto		q= Número de valores deducidos								PCI=100-MAX CDV=					90						
		m= Numero maximo de valores deducidos		CDV= Valor deducido corregido								CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=					EXCELENTE						
		qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																					

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U7 tiene un área de 228.29 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Luis Heysen. La falla encontrada con nivel de severidad bajo y medio fueron: Grietas longitudinales y transversales, ya que se encuentra en casi toda la unidad de la muestra.

Como se muestra en la tabla N°32. Se obtuvieron 2 valores deducidos: 5.9 y 4.5. Un máximo valor deducido corregido de 10, obteniendo una calificación de PCI=90, por ello se considera una condición de pavimento Excelente.

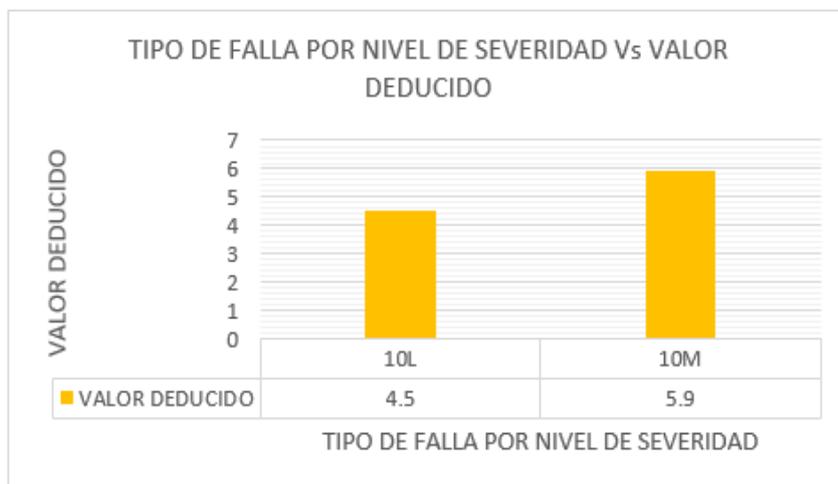
**Gráfico 12.** Incidencia de falla U7



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 10L presenta mayor incidencia con un indicador de 4.38%

**Gráfico 13.** Incidencia de valor deducido U7



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 10M presenta mayor incidencia con VD= 5.9

## RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U8

**Tabla 33:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U8

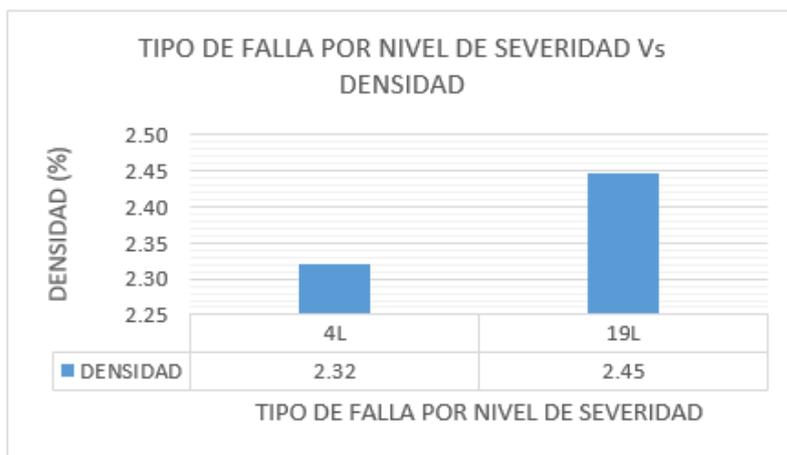
METODO PCI			ESQUEMA: 30.04 m				FOTOGRAFÍA DE FALLA:																															
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																						
HOJA DE REGISTRO																																						
Nombre de vía : <u>Av: Luis Heysen, con interseccion de la CA: Garcilazo de la Vega y la CA: PSJE Pitipo</u>			Est. Inicial: <u>0 + 210.28</u>		Est. Final: <u>0 + 235.87</u>		Unidad de Muestra: <u>U8</u>																															
Evaluador : <u>Riojas Santamaria, Luis Fernando</u>			Fecha: _____		Sección: <u>1</u>		Área de muestreo: <u>228.29 m2</u>																															
1. Piel de cocodrilo (m2)      8. Grieta de Reflexión de junta (m)      15. Ahuellamiento (m2) 2. Exudación (m2)            9. Desnivel carril-berma (m)            16. Desplazamiento (m2) 3. Agrietamiento en bloque (m2)      10. Grietas longitudinales y transversales (m)      17. Grieta parabólica(slippage) (m2) 4. Abultamiento y hundimientos (m)      11. Parcheo (m2)                            18. Hinchamiento (m2) 5. Corrugación (m2)            12. Pulimiento y agregados (m2)            19. Desprendimiento de agregados (m2) 6. Depresión (m2)                13. Huecos (Und) 7. Grieta de borde (m)            14. Cruce de vía Férrea (m2)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>			<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>																																
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Low</td> <td>Bajo</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Medio</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Hing</td> <td>Alto</td> <td>H</td> </tr> </table>			Low	Bajo	L	Medium	Medio	M	Hing	Alto	H	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>85-100</td> <td>EXCELENTE</td> <td style="background-color: #4CAF50;"></td> </tr> <tr> <td>70-85</td> <td>MUY BUENO</td> <td style="background-color: #8BC34A;"></td> </tr> <tr> <td>55-70</td> <td>BUENO</td> <td style="background-color: #FFEB3B;"></td> </tr> <tr> <td>40-55</td> <td>REGULAR</td> <td style="background-color: #FF9800;"></td> </tr> <tr> <td>25-40</td> <td>MALO</td> <td style="background-color: #F44336;"></td> </tr> <tr> <td>10-25</td> <td>MUY MALO</td> <td style="background-color: #D32F2F;"></td> </tr> <tr> <td>0-10</td> <td>FALLADO</td> <td style="background-color: #9E9E9E;"></td> </tr> </table>			85-100	EXCELENTE		70-85	MUY BUENO		55-70	BUENO		40-55	REGULAR		25-40	MALO		10-25	MUY MALO		0-10	FALLADO	
Low	Bajo	L																																				
Medium	Medio	M																																				
Hing	Alto	H																																				
85-100	EXCELENTE																																					
70-85	MUY BUENO																																					
55-70	BUENO																																					
40-55	REGULAR																																					
25-40	MALO																																					
10-25	MUY MALO																																					
0-10	FALLADO																																					
			<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>																																			
			$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HVDiT)$																																			
FALLA N°	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO					CÁLCULO PCI																					
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos					TDV	q	CDV																			
4	L	m	3.25			5.30	2.32	6	6	9.63	2.00	6	4.5						10.5	2	10.1																	
4	L	m	2.05									6	2											8	1	8.12												
19	L	m2	1.96	2.85		5.59	2.45	4.5																														
Donde:			HVDi= Valor deducido				TDV= Suma de valores deducidos totales					MAX CDV=					10.1																					
			HVDiT= Valor deducido más alto				q= Número de valores deducidos					PCI=100-MAX CDV=					89.9																					
			m= Numero maximo de valores deducidos				CDV= Valor deducido corregido					CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=					EXCELENTE																					
			qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																																			

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U8 tiene un área de 228.29 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Luis Heysen. Se determina como sección N°01, ya que no presenta cambios de sección dentro de su área. La falla encontrada con nivel de severidad medio fueron: Abultamiento y hundimiento.

Como se muestra en la tabla N°33. Se obtuvieron 2 valores deducidos: 6 y 4.5. Un máximo valor deducido corregido de 10.1, obteniendo una calificación de PCI=89.9, por ello se considera una condición de pavimento Excelente.

**Gráfico 14.** Incidencia de falla U8



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 19L presenta mayor incidencia con un indicador de 2.45%

**Gráfico 15.** Incidencia de valor deducido U8



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 4L presenta mayor incidencia con VD= 6

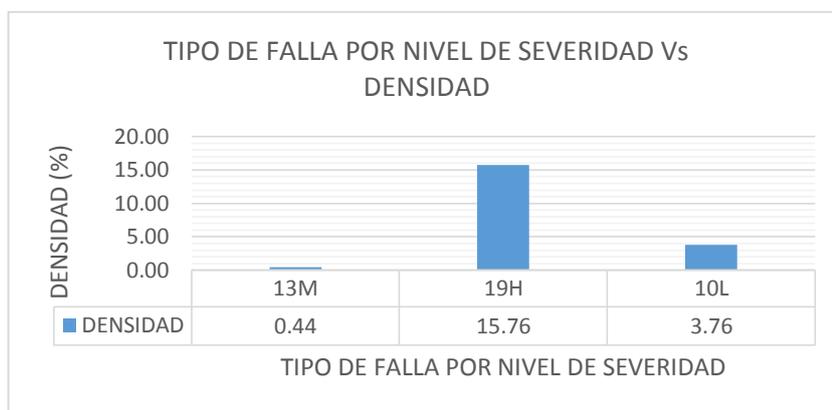


La unidad de muestra U1 tiene 229.80 m<sup>2</sup> y pertenece a la Calle: Manuel Seoane Corrales. Si presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se ha determinado dos tramos (TRAMO 1 y TRAMO 2), en lo cual se ha evaluado el TRAMO 1 con una sección N°01, ya que en el TRAMO 2 no presenta daños superficiales ni daños estructurales (VER ANEXO D).

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fue: Grietas longitudinales y transversales, con nivel de severidad medio: Huecos y la falla con nivel de severidad alta es “desprendimiento de agregados”.

La tabla N°34 presenta 3 valores deducidos: 50, 20 y 2.1 con máximo valor deducido corregido CDV=56, obteniendo una calificación de PCI=44, por ello se considera una condición de pavimento Regular.

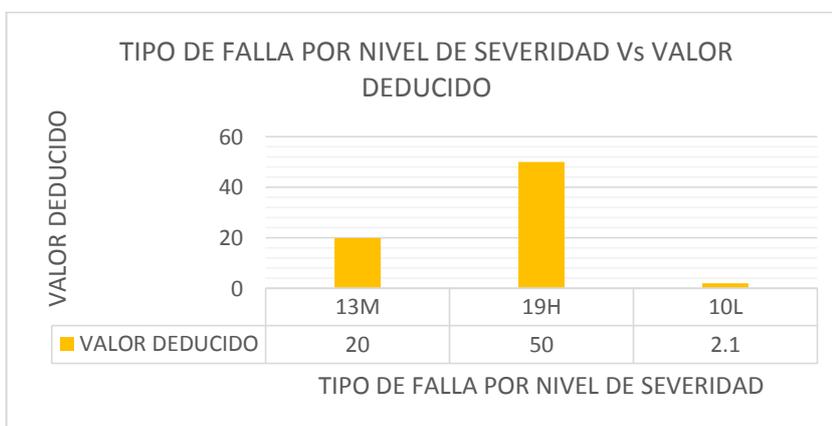
**Gráfico 16.** Incidencia de falla U1



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 19H presenta mayor incidencia con un indicador de 15.76%

**Gráfico 17.** Incidencia de valor deducido U1

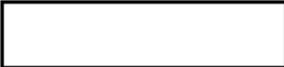


**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 19H presenta mayor incidencia con VD= 50

## RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U2

**Tabla 35:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U2

METODO PCI			ESQUEMA: 38.30 m								FOTOGRAFÍA DE FALLA:									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																				
HOJA DE REGISTRO																				
Nombre de vía : CA Manuel Seoane C. Paralelo a la Av. Luis Heysen			Est. Inicial: 0 + 38.30				Est. Final: 0 + 76.60				Unidad de Muestra: U2									
Evaluador : Riojas Santamaria, Luis Fernando			Fecha:				Sección: 1				Área de muestreo: 229.80 m2									
1. Piel de cocodrilo (m2)			8. Grieta de Reflexión de junta (m)			15. Ahuellamiento (m2)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>			<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>								
2. Exudación (m2)			9. Desnivel carril-berma (m)			16. Desplazamiento (m2)			Low	Bajo	L	85-100	EXCELENTE							
3. Agrietamiento en bloque (m2)			10. Grietas longitudinales y transversales (m)			17. Grieta parabólica(slippage) (m2)			Medium	Medio	M	70-85	MUY BUENO							
4. Abultamiento y hundimientos (m)			11. Parcheo (m2)			18. Hinchamiento (m2)			Hing	Alto	H	55-70	BUENO							
5. Corrugación (m2)			12. Pulimiento y agregados (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)			<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>			40-55	REGULAR							
6. Depresión (m2)			13. Huecos (Und)						$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HVDiT)$			25-40	MALO							
7. Grieta de borde (m)			14. Cruce de vía Férrea (m2)									10-25	MUY MALO							
												0-10	FALLADO							
FALLA N°	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO					CÁLCULO PCI			
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos					TDV	q	CDV	
10	M	m	4.87			4.87	2.12	10.12				10.12	10					20.12	2	16
10	L	m	5.67									10.12	2					12.12	1	12
10	L	m	6.45			15.32	6.67	10	10.12	9.25	2.00									
10	L	m	3.2																	
<b>Donde:</b>			HVDi= Valor deducido			TDV= Suma de valores deducidos totales			MAX CDV=					16						
			HVDiT= Valor deducido más alto			q= Número de valores deducidos			PCI=100-MAX CDV=					84						
			m= Numero maximo de valores deducidos			CDV= Valor deducido corregido			CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=					MUY BUENO						
			qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																	

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U2 tiene 229.80 m<sup>2</sup> y pertenece a la Calle: Manuel Seoane Corrales, la cual también es analizado dentro del Tramo I. En esta unidad se encontraron fallas con nivel de severidad bajo y medio como es Grietas longitudinales y transversales.

En la tabla N°35 se muestra que se obtuvo 2 valores deducidos: 10.12 y 10 con un máximo valor deducido corregido de 16, obteniendo una calificación de PCI=84, por ello se considera una condición de pavimento Muy Bueno.

**Gráfico 18.** Incidencia de falla U2



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 10L presenta mayor incidencia con un indicador de 6.67%

**Gráfico 19.** Incidencia de valor deducido U2



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 10M presenta mayor incidencia con VD= 10.12

**CALLE: LOS PARQUES (Km 0+000 - 0+ 240.16)**  
**RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U1**

**Tabla 36:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U1

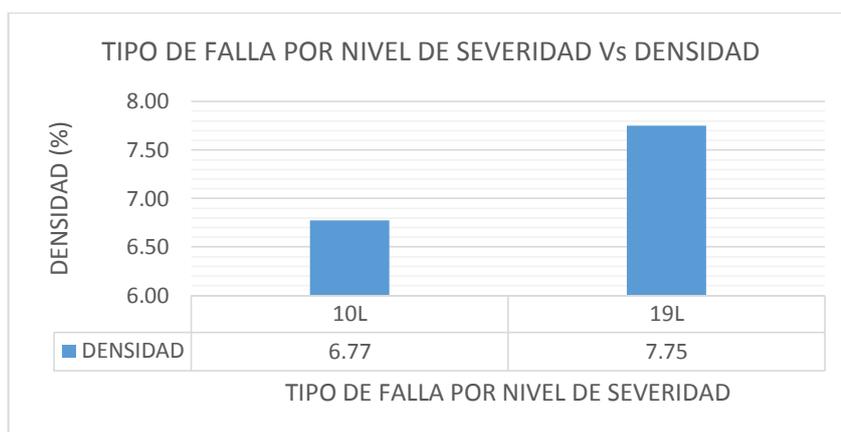
METODO PCI			ESQUEMA:		FOTOGRAFÍA DE FALLA:																				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			21.75 m		9.30 m																				
HOJA DE REGISTRO			<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; margin: 0 auto;"></div>																						
Nombre de vía : CA. Los Parques con interseccion a la CA. Manuel Seoane C. Y la Av Luis Heysen																									
Evaluador : Riojas Santamaria, Luis Fernando			Est. Inicial: 0 + 000    Est. Final: 0 + 21.75		Unidad de Muestra: U1																				
			Fecha: _____    Sección: 1		Área de muestreo: 202.28 m2																				
1. Piel de cocodrilo (m2)                      8. Grieta de Reflexión de junta (m)                      15. Ahuellamiento (m2)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>		<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>																				
2. Exudación (m2)                                      9. Desnivel carril-berma (m)                                      16. Desplazamiento (m2)			Low                      Bajo    L		85-100    EXCELENTE																				
3. Agrietamiento en bloque (m2)                      10. Grietas longitudinales y transversales (m)                      17. Grieta parabólica(slippage) (m2)			Medium                      Medio    M		70-85    MUY BUENO																				
4. Abultamiento y hundimientos (m)                      11. Parcheo (m2)                                      18. Hinchamiento (m2)			Hing                      Alto    H		55-70    BUENO																				
5. Corrugación (m2)                                      12. Pulimiento y agregados (m2)                                      19. Desprendimiento de agregados (m2)			<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>		40-55    REGULAR																				
6. Depresión (m2)                                      13. Huecos (Und)			$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HVDiT)$		25-40    MALO																				
7. Grieta de borde (m)                                      14. Cruce de vía Férrea (m2)					10-25    MUY MALO																				
					0-10    FALLADO																				
FALLA N°	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO				CÁLCULO PCI									
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos				TDV	q	CDV							
10	L	m	4.98			13.70	6.77	7.3	7.3	9.51	2.00	7.3	4.97					12.27	2	10					
10	L	m	3.97									7.3	2										9.3	1	8
10	L	m	4.75																						
19	L	m2	3.95	3.97		15.68	7.75	4.97																	
<b>Donde:</b> HVDi= Valor deducido                      TDV= Suma de valores deducidos totales												MAX VDC=				10									
HVDiT= Valor deducido más alto                      q= Número de valores deducidos												PCI=100-MAX VDC=				90									
m= Numero maximo de valores deducidos                      CDV= Valor deducido corregido												CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=				EXCELENTE									
qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																									

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U1 tiene un área de 202.28 m<sup>2</sup> y pertenece a la CA. Los Parques. Se determina como sección N°01, ya que no presenta cambios de sección dentro de su área. La falla encontrada con nivel de severidad bajo fueron: Grietas longitudinales y desprendimiento de agregados, más no se encontraron fallas con severidad medio y alto.

Como se observa en la tabla N°36. Se obtuvieron 2 valores deducidos: 7.1 y 4.97. Un máximo valor deducido corregido de 10, obteniendo una calificación de PCI=90, por ello corresponde un estado de pavimento Excelente.

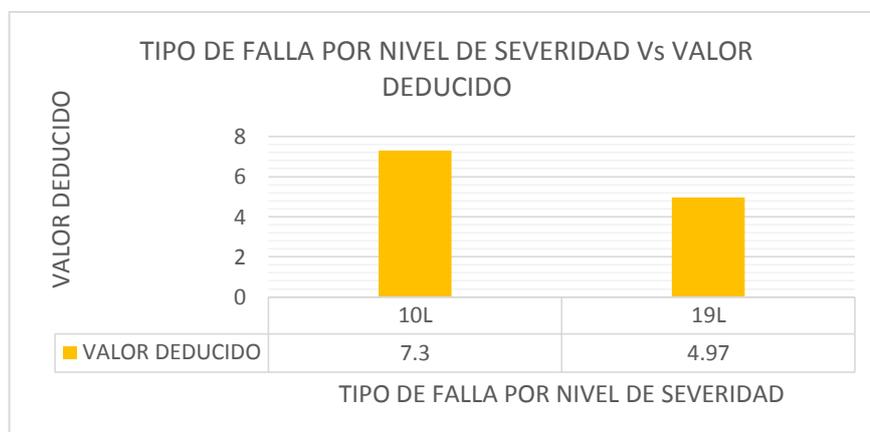
**Gráfico 20.** Incidencia de falla U1



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 19L presenta mayor incidencia con un indicador de 7.75%

**Gráfico 21.** Incidencia de valor deducido U1



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 10L presenta mayor incidencia con VD= 7.3

## RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U2

**Tabla 37:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U2

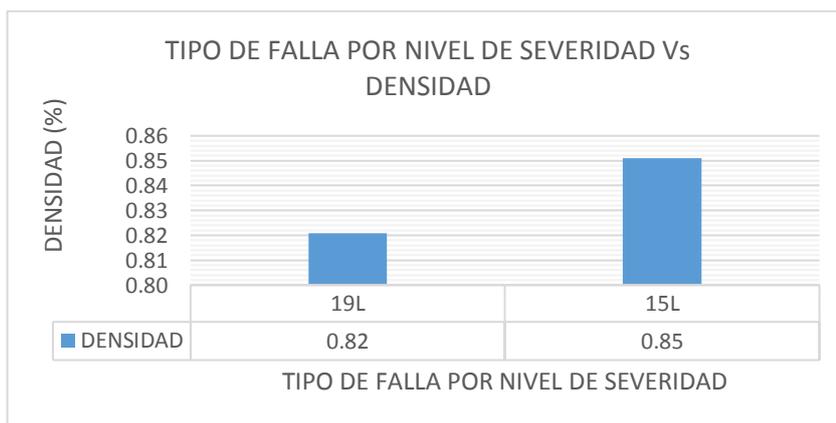
METODO PCI			ESQUEMA:		FOTOGRAFÍA DE FALLA:																																	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 40px; margin-right: 10px;"></div> <div style="text-align: center;">21.75 m</div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 40px; margin-left: 10px;"></div> <div style="margin-left: 10px;">9.30 m</div> </div>																																			
HOJA DE REGISTRO																																						
<b>Nombre de vía :</b> CA. Los Parques con interseccion a la CA. Manuel Seoane C. Y la Av Luis Heysen <b>Evaluidor :</b> Riojas Santamaria, Luis Fernando			<b>Est. Inicial:</b> 0 + 21.75 <b>Est. Final:</b> 0 + 43.50 <b>Fecha:</b> _____ <b>Sección:</b> 1		<b>Unidad de Muestra:</b> U2 <b>Área de muestreo:</b> 202.28 m <sup>2</sup>																																	
1. Piel de cocodrilo (m2)      8. Grieta de Reflexión de junta (m)      15. Ahuellamiento (m2) 2. Exudación (m2)            9. Desnivel carril-berma (m)            16. Desplazamiento (m2) 3. Agrietamiento en bloque (m2)    10. Grietas longitudinales y transversales (m)    17. Grieta parabólica(slippage) (m2) 4. Abultamiento y hundimientos (m)    11. Parcheo (m2)                            18. Hinchamiento (m2) 5. Corrugación (m2)            12. Pulimiento y agregados (m2)        19. Desprendimiento de agregados (m2) 6. Depresión (m2)                13. Huecos (Und)                            14. Cruce de vía Férrea (m2) 7. Grieta de borde (m)            14. Cruce de vía Férrea (m2)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Low</td><td>Bajo</td><td>L</td></tr> <tr><td>Medium</td><td>Medio</td><td>M</td></tr> <tr><td>Hing</td><td>Alto</td><td>H</td></tr> </table>			Low	Bajo	L	Medium	Medio	M	Hing	Alto	H	<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>85-100</td><td>EXCELENTE</td><td style="background-color: #4CAF50;"></td></tr> <tr><td>70-85</td><td>MUY BUENO</td><td style="background-color: #8BC34A;"></td></tr> <tr><td>55-70</td><td>BUENO</td><td style="background-color: #FFEB3B;"></td></tr> <tr><td>40-55</td><td>REGULAR</td><td style="background-color: #FF9800;"></td></tr> <tr><td>25-40</td><td>MALO</td><td style="background-color: #F44336;"></td></tr> <tr><td>10-25</td><td>MUY MALO</td><td style="background-color: #D32F2F;"></td></tr> <tr><td>0-10</td><td>FALLADO</td><td style="background-color: #9E9E9E;"></td></tr> </table>			85-100	EXCELENTE		70-85	MUY BUENO		55-70	BUENO		40-55	REGULAR		25-40	MALO		10-25	MUY MALO		0-10	FALLADO	
Low	Bajo	L																																				
Medium	Medio	M																																				
Hing	Alto	H																																				
85-100	EXCELENTE																																					
70-85	MUY BUENO																																					
55-70	BUENO																																					
40-55	REGULAR																																					
25-40	MALO																																					
10-25	MUY MALO																																					
0-10	FALLADO																																					
			<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b> $m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HVDiT)$																																			
FALLA N°	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO				CÁLCULO PCI																						
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos				TDV	q	CDV																				
19	L	m2	1.35	1.23		1.66	0.82	3.4				8.7	3.4					12.1	2	10																		
15	L	m2	1.89	0.15		1.72	0.85	8.7	8.7	9.38	2.00	8.7	2					10.7	1	12																		
15	L	m2	2.25	0.45																																		
15	L	m2	1.85	0.23																																		
<b>Donde:</b>			HVDi= Valor deducido				TDV= Suma de valores deducidos totales					MAX CDV=				12																						
			HVDiT= Valor deducido más alto				q= Número de valores deducidos					PCI=100-MAX CDV=				88																						
			m= Numero maximo de valores deducidos				CDV= Valor deducido corregido					CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=				EXCELENTE																						
			qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																																			

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U2 tiene un área de 202.28 m<sup>2</sup> y pertenece a la CA. Los Parques. Se determina como sección N°01, ya que no presenta cambios de sección dentro de su área. La falla encontrada con nivel de severidad bajo fueron: Desprendimiento de agregados y Ahuellamiento, más no se encontraron fallas con severidad medio y alto.

Como se observa en la tabla N°37. Se obtuvieron 2 valores deducidos: 8.7 y 3.4. Un máximo valor deducido corregido de 12, obteniendo una calificación de PCI=88, por lo que corresponde un estado de pavimento Excelente.

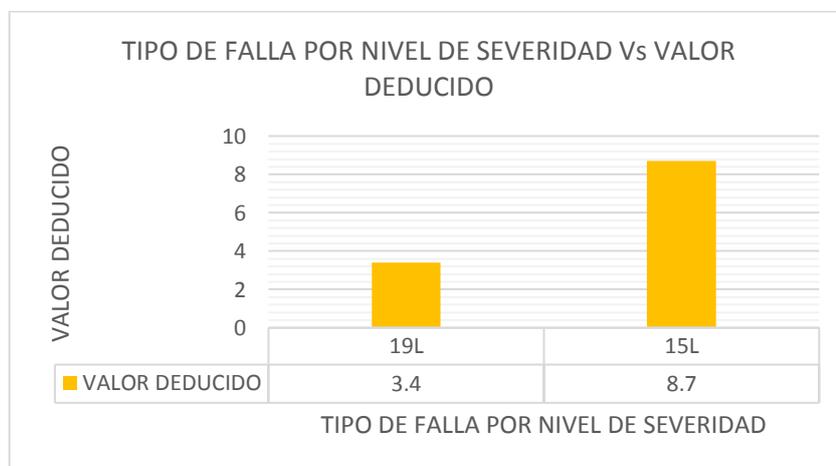
**Gráfico 22.** Incidencia de falla U2



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 15L presenta mayor incidencia con un indicador de 0.85%

**Gráfico 23.** Incidencia de valor deducido U2



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 15L presenta mayor incidencia con indicador de 8.7

**CALLE: MIGUEL GRAU (Km 0+000 - 0+ 231.59)**  
**RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U5**

**Tabla 38:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U5

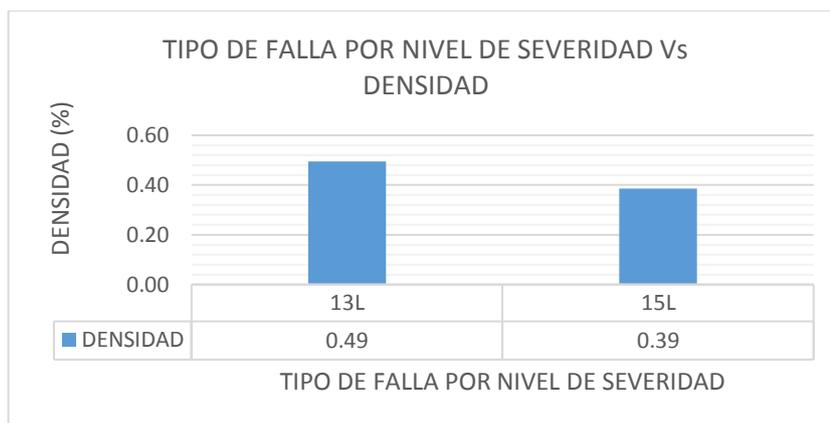
<b>METODO PCI</b>			<b>ESQUEMA:</b> 21.75 m 				<b>FOTOGRAFÍA DE FALLA:</b> 														
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>																					
<b>HOJA DE REGISTRO</b>																					
<b>Nombre de vía :</b> CA. Miguel Grau con interseccion a la Av			<b>Est. Inicial:</b> 0 + 0.087 <b>Est. Final:</b> 0 + 108.75				<b>Unidad de Muestra:</b> U5														
<b>Evaluador :</b> Luis Heysen Riojas Santamaria, Luis Fernando			<b>Fecha:</b> _____ <b>Sección:</b> 1				<b>Área de muestreo:</b> 202.28 m2														
1. Piel de cocodrilo (m2)		8. Grieta de Reflexión de junta (m)		15. Ahuellamiento (m2)		<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>		<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>													
2. Exudación (m2)		9. Desnivel carril-berma (m)		16. Desplazamiento (m2)		Low    Bajo    L		85-100 EXCELENTE													
3. Agrietamiento en bloque (m2)		10. Grietas longitudinales y transversales (m)		17. Grieta parabólica(slippage) (m2)		Medium    Medio    M		70-85 MUY BUENO													
4. Abultamiento y hundimientos (m)		11. Parcheo (m2)		18. Hinchamiento (m2)		Hing    Alto    H		55-70 BUENO													
5. Corrugación (m2)		12. Pulimiento y agregados (m2)		19. Desprendimiento de agregados (m2)		<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>		40-55 REGULAR													
6. Depresión (m2)		13. Huecos (Und)				$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HVDiT)$		25-40 MALO													
7. Grieta de borde (m)		14. Cruce de vía Férrea (m2)						10-25 MUY MALO													
								0-10 FALLADO													
FALLA Nº	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO					CÁLCULO PCI				
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos					TDV	q	CDV		
13	L	Und			1.00	1.00	0.49	10					10	4.75					14.75	2	10.1
15	L	m2	2.30	0.34		0.78	0.39	4.75		10	9.27	2.00	10	2					12	1	13.8
<b>Donde:</b>			HVDi= Valor deducido				TDV= Suma de valores deducidos totales					MAX CDV=					13.8				
			HVDiT= Valor deducido más alto				q= Número de valores deducidos					PCI=100-MAX CDV=					86.2				
			m= Numero maximo de valores deducidos				CDV= Valor deducido corregido					CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=					EXCELENTE				
			qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																		

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U5 tiene un área de 202.28 m<sup>2</sup> y pertenece a la CA. Miguel Grau. Se determina como sección N°01, ya que no presenta cambios de sección dentro de su área. La falla encontrada con nivel de severidad bajo fueron: Huecos y Ahuellamiento, más no se encontraron fallas con severidad medio y alto.

Como se observa en la tabla N°38. Se obtuvieron 2 valores deducidos: 10 y 4.75. Un máximo valor deducido corregido de 13.8, obteniendo una calificación de PCI=86.2, por lo que corresponde un estado de pavimento Excelente.

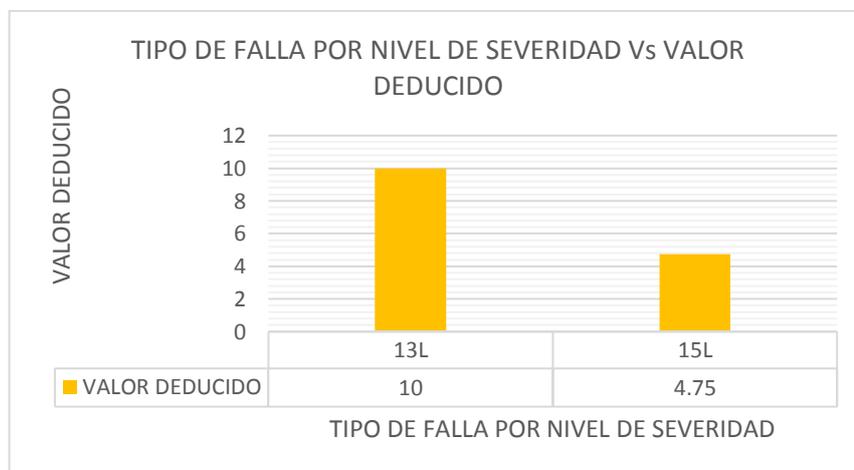
**Gráfico 24.** Incidencia de falla U5



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 13L presenta mayor incidencia con un indicador de 0.49%

**Gráfico 25.** Incidencia de valor deducido U5



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 13L presenta mayor incidencia con VD= 10

## RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U10

**Tabla 39:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U10

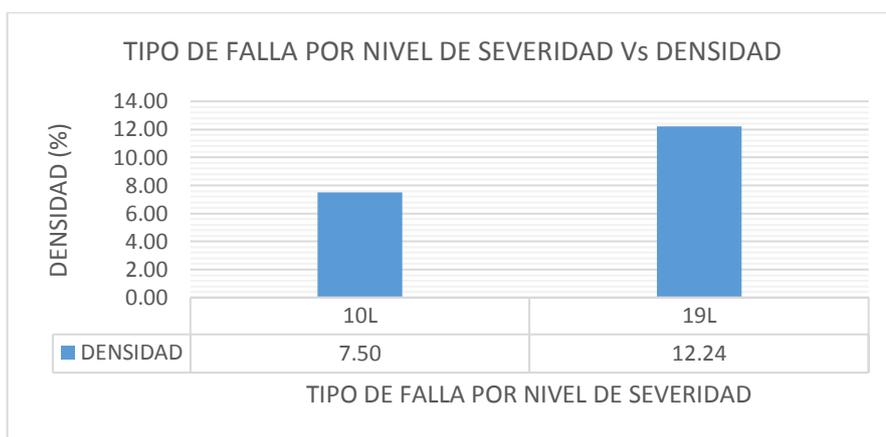
METODO PCI			ESQUEMA:				FOTOGRAFÍA DE FALLA:																		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			21.75 m				9.30 m																		
																									
HOJA DE REGISTRO																									
Nombre de vía : CA. Miguel Grau con interseccion a la Av			Est. Inicial: 0 + 195.75			Est. Final: 0 + 217.50			Unidad de Muestra: U10																
Evaluador : Luis Heysen			Fecha: _____			Sección: 1			Área de muestreo: 202.28 m <sup>2</sup>																
Riojas Santamaria, Luis Fernando																									
1. Piel de cocodrilo (m2)      8. Grieta de Reflexión de junta (m)      15. Ahuellamiento (m2) 2. Exudación (m2)            9. Desnivel carril-berma (m)            16. Desplazamiento (m2) 3. Agrietamiento en bloque (m2)      10. Grietas longitudinales y transversales (m)      17. Grieta parabólica(slippage) (m2) 4. Abultamiento y hundimientos (m)      11. Parcheo (m2)                            18. Hinchamiento (m2) 5. Corrugación (m2)            12. Pulimiento y agregados (m2)            19. Desprendimiento de agregados (m2) 6. Depresión (m2)                13. Huecos (Und) 7. Grieta de borde (m)            14. Cruce de vía Férrea (m2)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>			<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>																			
			Low      Bajo      L			85-100      EXCELENTE																			
			Medium      Medio      M			70-85      MUY BUENO																			
			Hing      Alto      H			55-70      BUENO																			
			<b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b>			40-55      REGULAR																			
			$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HVDiT)$			25-40      MALO																			
						10-25      MUY MALO																			
						0-10      FALLADO																			
FALLA Nº	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO				CÁLCULO PCI									
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos				TDV	q	CDV							
10	L	m	5.70			15.17	7.50	6.23	6.34	9.60	2.00	6.34	6.23					12.57	2	10					
10	L	m	6.87									6.34	2										8.34	1	6
10	L	m	2.60																						
19	L	m2	4.5	5.5		24.75	12.24	6.34																	
<b>Donde:</b>			HVDi= Valor deducido			TDV= Suma de valores deducidos totales			MAX CDV=				10												
			HVDiT= Valor deducido más alto			q= Número de valores deducidos			PCI=100-MAX CDV=				90												
			m= Numero maximo de valores deducidos			CDV= Valor deducido corregido			CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=				EXCELENTE												
			qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																						

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U10 tiene un área de 202.28 m<sup>2</sup> y pertenece a la CA. Miguel Grau. Se determina como sección N°01, ya que no presenta cambios de sección dentro de su área. La falla encontrada con nivel de severidad bajo fueron: Grietas longitudinales y desprendimiento de agregados, más no se encontraron fallas con severidad medio y alto.

Como se observa en la tabla N°39. Se obtuvieron 2 valores deducidos: 6.34 y 6.23. Un máximo valor deducido corregido de 10, obteniendo una calificación de PCI=90, por lo que corresponde un estado de pavimento Excelente.

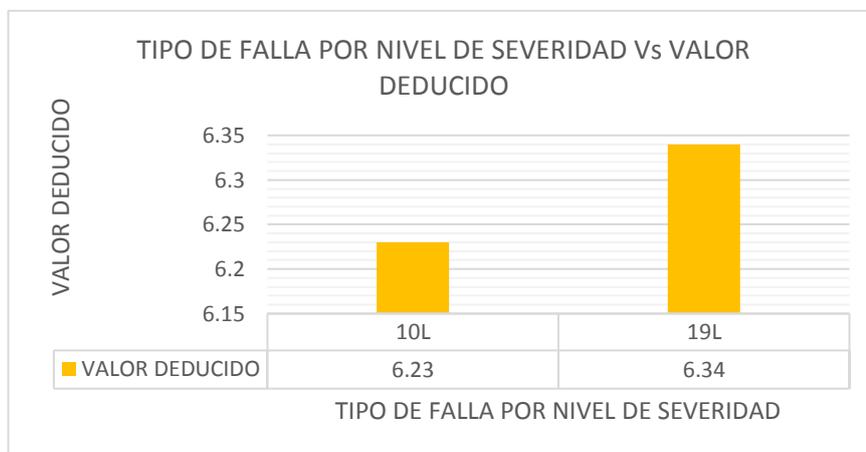
**Gráfico 26.** Incidencia de falla U10



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 19L presenta mayor incidencia con un indicador de 12.24%

**Gráfico 27.** Incidencia de valor deducido U10



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 19L presenta mayor incidencia con indicador de 6.34

**Av. Garcilaso de la Vega (Km 0+000 - 0+ 277.76)**  
**RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U2**

**Tabla 40:** Hoja de registro de la Unidad de muestra U2

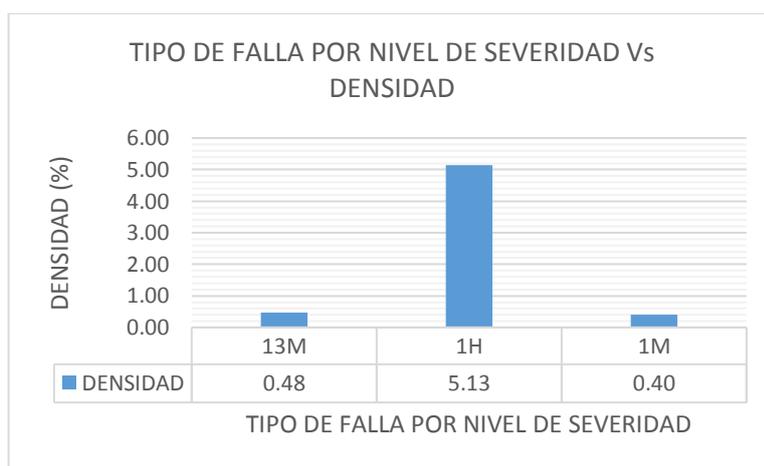
METODO PCI			ESQUEMA:		FOTOGRAFÍA DE FALLA:															
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			23.21 m																	
			9.00 m																	
HOJA DE REGISTRO																				
Nombre de vía : <u>Av. Garcilaso de la Vega con interseccion de la CA. Manuel Seoane Cy la CA. S/N</u>			Est. Inicial: <u>0 + 23.21</u> Est. Final: <u>0 + 46.43</u>		Unidad de Muestra: <u>U2</u>															
Evaluador : <u>Riojas Santamaria, Luis Fernando</u>			Fecha: _____ Sección: <u>1</u>		Área de muestreo: <u>208.91 m2</u>															
1. Piel de cocodrilo (m2)      8. Grieta de Reflexión de junta (m)      15. Ahuellamiento (m2) 2. Exudación (m2)      9. Desnivel carril-berma (m)      16. Desplazamiento (m2) 3. Agrietamiento en bloque (m2)      10. Grietas longitudinales y transversales (m)      17. Grieta parabólica(slippage) (m2) 4. Abultamiento y hundimientos (m)      11. Parcheo (m2)      18. Hinchamiento (m2) 5. Corrugación (m2)      12. Pulimiento y agregados (m2)      19. Desprendimiento de agregados (m2) 6. Depresión (m2)      13. Huecos (Und)      14. Cruce de vía Férrea (m2) 7. Grieta de borde (m)			<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b> Low      Bajo      L Medium      Medio      M High      Alto      H <b>NÚMERO MÁXIMO DE VD</b> $m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HVDiT)$			<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b> 85-100 EXCELENTE 70-85 MUY BUENO 55-70 BUENO 40-55 REGULAR 25-40 MALO 10-25 MUY MALO 0-10 FALLADO														
FALLA Nº	SEVERIDAD	UND	CANTIDAD				VALORES DEDUCIDOS DE LAS FÓRMULAS					ORDENAMIENTO				CÁLCULO PCI				
			LARGO (m)	ANCHO (m)	und	TOTAL	DENSIDAD %	HVDi	HVDiT	m	qt	Valores deducidos				TDV	q	CDV		
13	M	Und			1	1.00	0.48	20				55.5	20	15.2				90.7	3	59
1	H	m2	2.45	1.96		10.72	5.13	55.5	55.5	5.09	3.00	55.5	20	2				77.5	2	56
1	H	m2	2.35	2.52								55.5	2	2						
1	M	m2	0.89	0.94		0.84	0.40	15.2												
Donde:			HVDi= Valor deducido			TDV= Suma de valores deducidos totales			MAX CDV=				61							
			HVDiT= Valor deducido más alto			q= Número de valores deducidos			PCI=100-MAX CDV=				39							
			m= Numero maximo de valores deducidos			CDV= Valor deducido corregido			CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO=				MALO							
			qt= Cantidad de fallas en funcion de la severidad																	

**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U2 tiene un área de 202.91 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Garcilaso de la Vega. Se determina como sección N°01, ya que no presenta cambios de sección dentro de su área. La falla encontrada con nivel de severidad medio fueron: Huecos y Piel de Cocodrilo y la falla que presentó más deterioro fue la “Piel de cocodrilo” más no se encontraron fallas con severidad bajo.

Como se observa en la tabla N°40. Se obtuvieron 3 valores deducidos: 55.5, 20 y 15.2. Y un CDV=61 obteniendo una calificación de PCI=39, por lo que corresponde un estado de pavimento Malo.

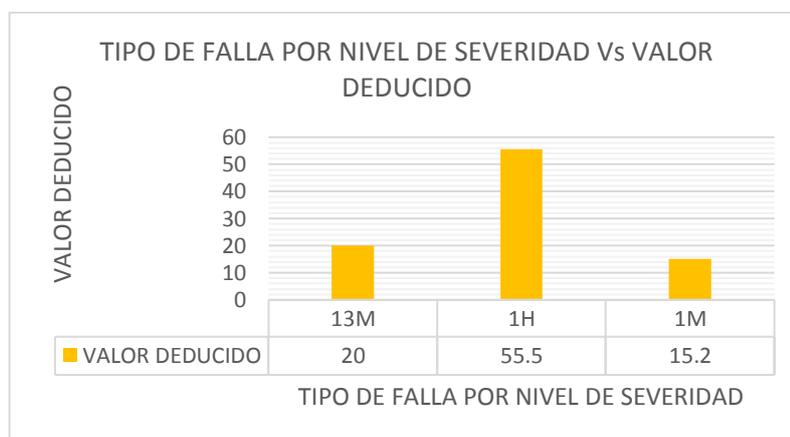
**Gráfico 28.** Incidencia de falla U2



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 1H presenta mayor incidencia con un indicador de 5.13%

**Gráfico 29.** Incidencia de valor deducido U2



**Fuente:** elaboración propia

Según el tipo de falla 1H presenta mayor incidencia con VD= 55.5

Según el registro de incidencia de fallas determinado por la densidad (%), en la Av. Luis Heysen las fallas con mayores áreas afectadas son la de piel de cocodrilo con una severidad media que representa mayor incidencia con un indicador 8.31 % (U3). En la calle Manuel Seoane Corrales, las fallas con mayores áreas afectadas son los desprendimientos de agregados con severidad alta que representa mayor incidencia con un indicador 15.76% (U1). En la calle Los Parques, las fallas con mayores áreas afectadas son los desprendimientos de agregados con severidad alta que representa mayor incidencia con un indicador 7.75% (U1). En la calle Miguel Grau, las fallas con mayores áreas afectadas son los desprendimientos de agregados con severidad alta que representa mayor incidencia con un indicador 12.24% (U10). En la Av. Garcilaso de la Vega, las fallas con mayores áreas afectadas son la piel de cocodrilo con severidad alta que representa mayor incidencia con un indicador 5.13% (U2)

Según el registro de incidencia de daños determinado por el valor deducido (VD). En la Av. Luis Heysen, las fallas con mayor valor deducido son: piel de cocodrilo con una severidad alta que representa mayor incidencia con un indicador 49 (U1). En la calle Manuel Seoane Corrales, las fallas con mayor valor deducido son los desprendimientos de agregados con severidad alta que representa mayor incidencia con un indicador de 50 (U1). En la calle Los Parques, las fallas con mayor valor deducido es ahuellamiento con severidad alta que representa mayor incidencia con un indicador 8.7 (U2). En la calle Miguel Grau, las fallas con mayor valor deducido son los huecos con severidad baja que representa mayor incidencia con un indicador 10 (U5). En la Av. Garcilaso de la Vega, las fallas con mayor valor deducido son la piel de cocodrilo con severidad alta que representa mayor incidencia con un indicador 55.5 (U2).

#### 4.1.2.1.1. Resumen de las fallas encontradas en el pavimento flexible

Los resultados del tipo de falla obtenidos durante el proceso de evaluación y aplicando los parámetros del manual ASTM-D6433 con lo referente al método Índice de Condición de Pavimento (PCI), se detalla en el siguiente cuadro.

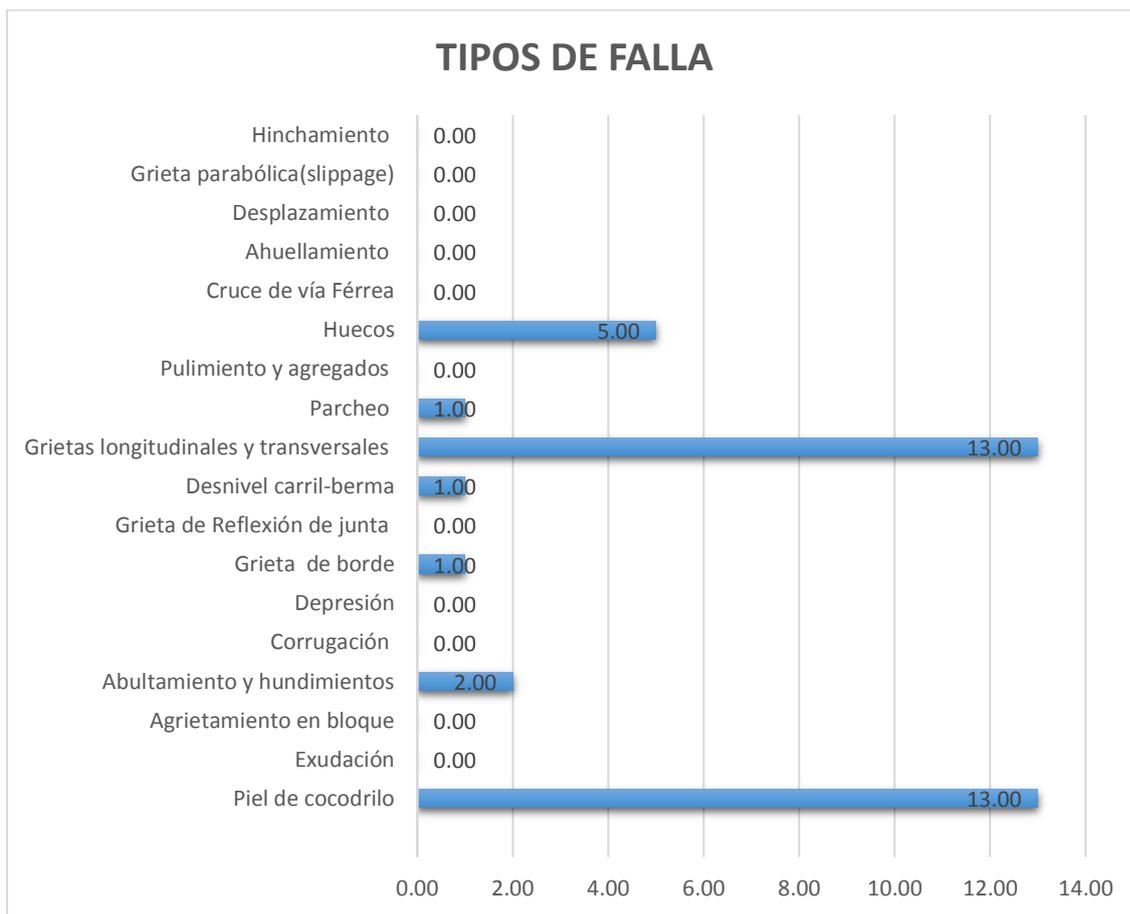
**Tabla 41:** Resumen de Fallas del Pavimento

TIPOS DE FALLA				
FALLA N°	DESCRIPCION	UNIDAD	PUNTO DE FALLA	% DE FALLAS
1	Piel de cocodrilo	m2	13.00	32.50%
2	Exudación	m2	0.00	0.00%
3	Agrietamiento en bloque	m2	0.00	0.00%
4	Abultamiento y hundimientos	m	2.00	5.00%
5	Corrugación	m2	0.00	0.00%
6	Depresión	m2	0.00	0.00%
7	Grieta de borde	m	1.00	2.50%
8	Grieta de Reflexión de junta	m	0.00	0.00%
9	Desnivel carril-berma	m	1.00	2.50%
10	Grietas longitudinales y transversales	m	13.00	32.50%
11	Parcheo	m2	1.00	2.50%
12	Pulimiento y agregados	m2	0.00	0.00%
13	Huecos	N°	5.00	12.50%
14	Cruce de vía Férrea	m2	0.00	0.00%
15	Ahuellamiento	m2	0.00	0.00%
16	Desplazamiento	m2	0.00	0.00%
17	Grieta parabólica(slippage)	m2	0.00	0.00%
18	Hinchamiento	m2	0.00	0.00%
19	Desprendimiento de agregados	m2	4.00	10.00%
TOTAL			40.00	

**Fuente:** Elaboración propia

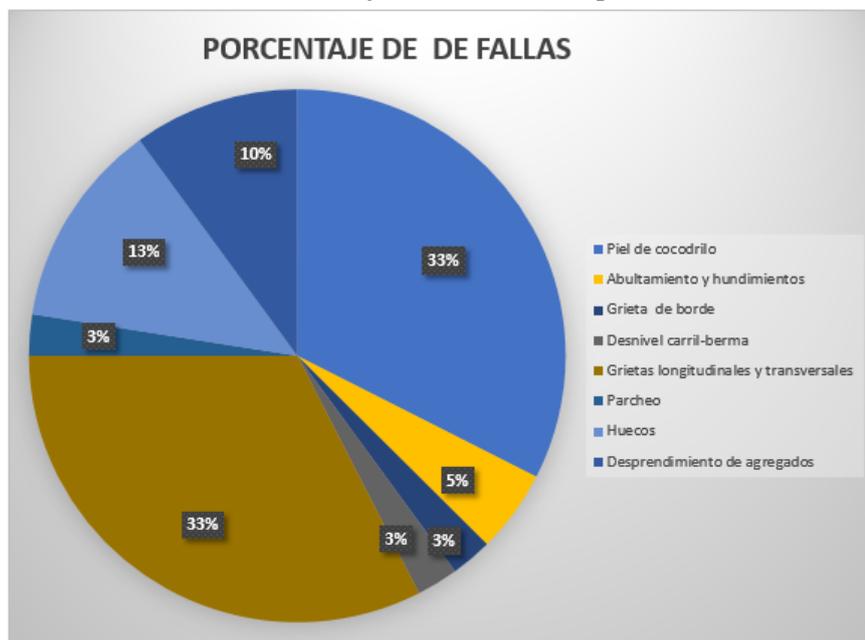
En la tabla N° 41 se observa las fallas más comunes presentes en las vías de estudio, las cuales se mencionan: Piel de cocodrilo, Grietas longitudinales y transversales, Huecos, Desprendimiento de agregados, Abultamientos y hundimientos, Grieta de borde, Desnivel carril-berma, Parcheo.

**Gráfico 30.** Estadística de fallas en el pavimento flexible



**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 31.** Porcentaje de cada falla del pavimento flexible



**Fuente:** Elaboración propia

Las fallas como Piel de cocodrilo y grietas longitudinales y transversales son las que están causando mayor daño a la superficie asfáltica, ambas con un 32.5%, los huecos con un 12.5%, desprendimiento de agregados con un **10%**, los de abultamientos y hundimientos en un 5% y las fallas que causan menos daños son: grietas de borde, desnivel carril-berma y parcheo con un 2.5%. Estas fallas mencionadas son las que están afectando a las calles del distrito de Pítipo, principalmente a la Av. Luis Heysen, ya que en esta vía transitan con mayor fluidez vehículos de transporte público como combis, buses y autos y sobre todo vehículos pesados como: camiones de carga pesada, Semitrayer y Trayler, lo que provoca que el pavimento se fatigue y empiece a fallar.

**Tabla 42:** Resumen del Estado Superficial del pavimento flexible en cada unidad de muestreo

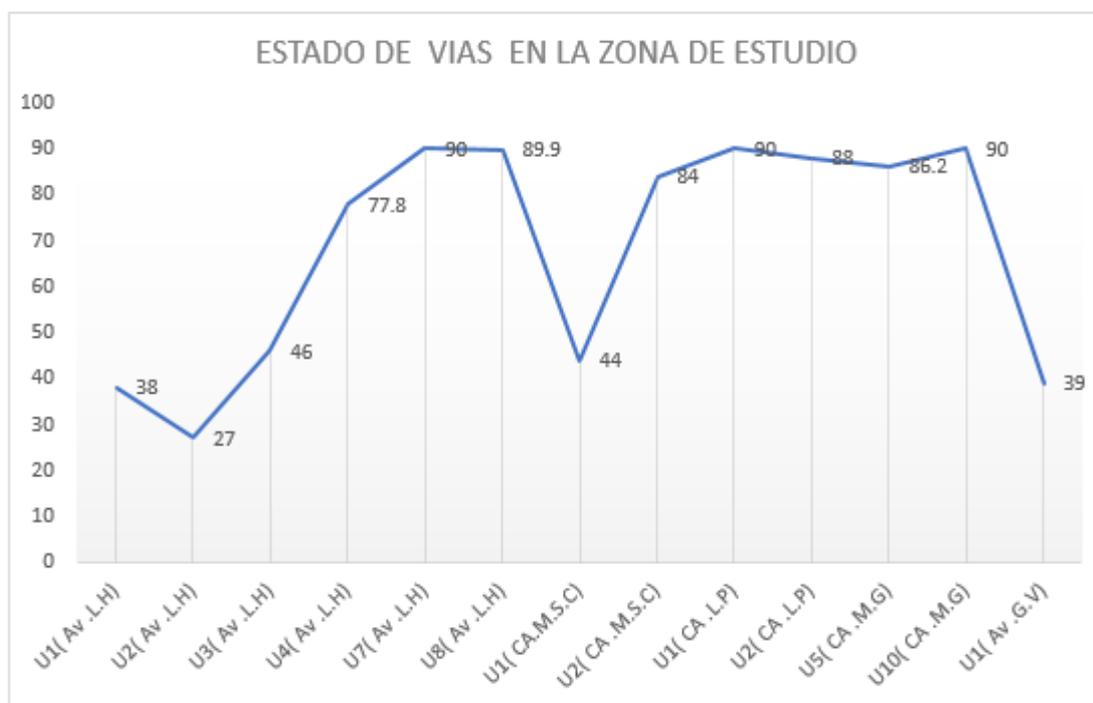
NOMBRE DE CALLE(CA) Y AVENIDA(Av)	UNIDAD DE MUESTRA	Est. INICIAL :	Est. FINAL:	ÁREA DE LA SECCIÓN	CALIFICACIÓN DEL PCI	CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO	PROMEDIO DE LA CALIFICACIÓN DEL PCI	PROMEDIO DE LA CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO
Av. Luis Heysen	U1( Av .L.H)	0+000	0+30.04	228.29	38	MALO	61.45	BUENO
	U2( Av .L.H)	0+30.04	0+60.08	228.29	27	MALO		
	U3( Av .L.H)	0+60.08	0+90.11	228.29	46	REGULAR		
	U4( Av .L.H)	0+90.11	0+120.15	228.29	77.8	MUY BUENO		
	U7( Av .L.H)	0+180.24	0+210.28	228.29	90	EXCELENTE		
	U8( Av .L.H)	0+210.28	0+235.87	228.29	89.9	EXCELENTE		
CA.Manuel Seoane Corrales- TRAMO 1	U1( C.A.M.S.C)	0+000	0+38.30	229.8	44	REGULAR	64.00	BUENO
	U2( C.A .M.S.C)	0+38.30	0+76.60	229.8	84	MUY BUENO		
CA.Los Parques	U1( CA .L.P)	0+000	0+21.75	202.28	90	EXCELENTE	89.00	EXCELENTE
	U2( CA .L.P)	0+000	0+43.5	202.28	88	EXCELENTE		
CA. Miguel Grau	U5( CA .M.G)	0+000	0+21.75	202.28	86.2	EXCELENTE	88.10	EXCELENTE
	U10( CA .M.G)	0+21.75	0+43.50	202.28	90	EXCELENTE		
Av.Garcilaso de la Vega	U1( Av .G.V)	0+000	0+23.21	208.21	39	MALO	39.00	MALO

**Fuente:** Elaboración propia

Según el rango de calificación del PCI tenemos: En la Av. Luis Heysen el promedio de sus unidades dio como resultado 61.45, indicando que el pavimento es Bueno; en la CA. Manuel Seoane Corrales-TRAMO 1 el promedio de sus unidades dio como resultado 64, indicando que el pavimento es Bueno; en la CA. Los Parques el promedio de sus unidades dieron como resultado 89 indicando que el pavimento es Excelente; en la CA. Miguel Grau el promedio de sus unidades dieron como resultado 88.10 indicando que el pavimento es Excelente; en la Av. Garcilaso de la Vega el promedio de sus unidades dio como resultado 39 indicando que el pavimento es Malo.

En las calles: Los Parques y Miguel Grau dieron como resultado un estado de pavimento Excelente, puesto que esas vías de baja transitabilidad, en este caso se puede realizar una reparación del pavimento flexible, lo que no sucede con la Av. Garcilaso de la Vega demostrando que el pavimento se encuentra en estado Malo, lo que indica que se tiene que realizar una reconstrucción del pavimento para controlar el proceso de deterioro de su estructura y prolongar su vida útil ya que es una vía de alto tránsito. Además, en la Av. Luis Heysen y la CA. Manuel Seoane Corrales dieron como resultado en un estado de pavimento Bueno, se puede realizar el proceso mantenimiento del pavimento flexible.

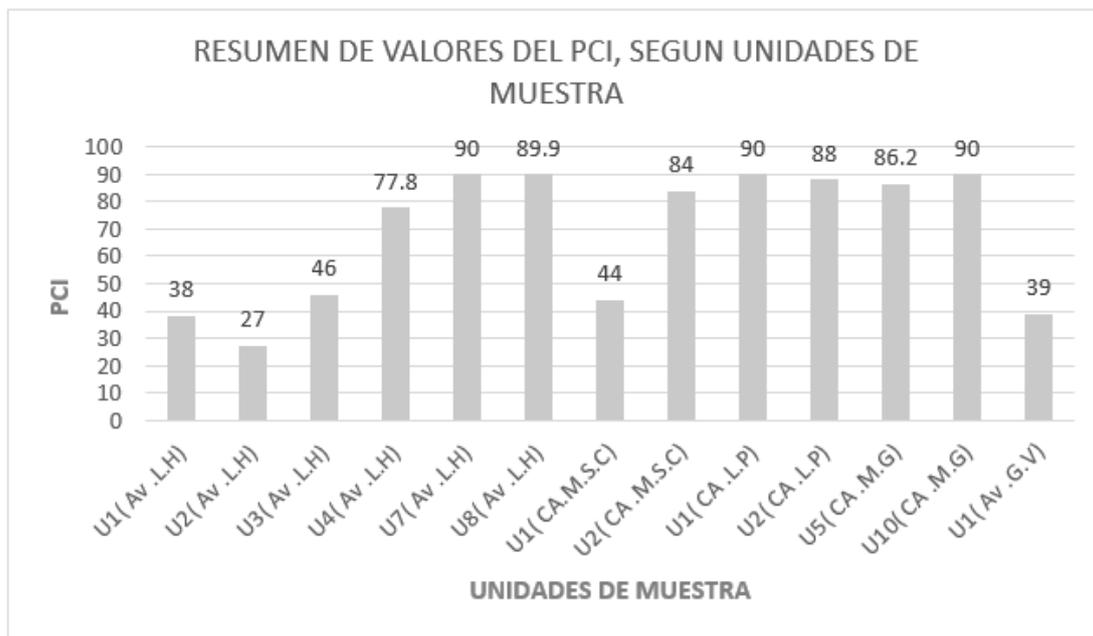
**Gráfico 32.** Estado de las vías en estudio según el rango de calificación del pavimento



**Fuente:** Elaboración propia

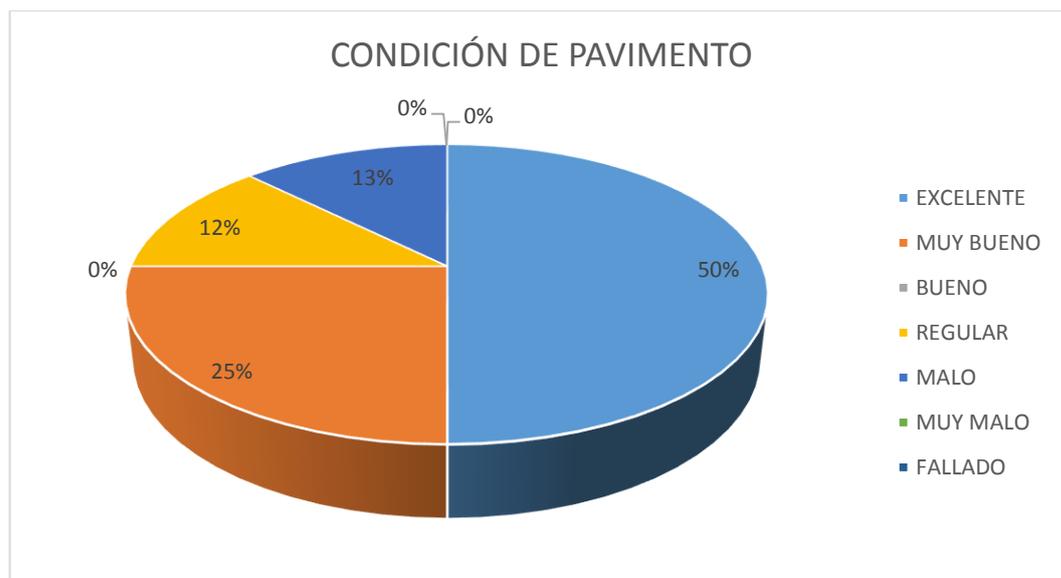
En la gráfica N° 31, se observa que en la unidad de muestreo (U1) de la Av. Luis Heysen presenta mayor influencia de deterioro con un PCI=27 resultando una condición de pavimento Malo, representando el pico más bajo. Caso contrario ocurre con en la CA. Los parques y la CA. Miguel Grau que se encuentran dentro del rango 85-100 considerándose como un estado de pavimento Excelente.

**Gráfico 33.** Estado de las vías en estudio según el rango de calificación del pavimento



**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 34.** Porcentaje de condición de pavimento de las unidades de muestra



**Fuente:** Elaboración propia

Según la condición del pavimento mediante el Método PCI, el 50% se encuentra en estado excelente, el 25% muy bueno, el 13% malo y el 12% como estado regular, por lo que se requiere realizar mantenimiento correctivo en la zona de estudio.

## 4.2. Propuesta de intervención

Con respecto al gráfico N°01 en la curva de deterioro vs tiempo de servicio y los valores de la condición del pavimento, se establecen 3 puntos importantes (A, B y C), siendo B el punto ubicado en el rango 48-62 y considerado como una zona óptima de rehabilitación, marcando desde ese punto una iniciativa de un deterioro acelerado.

Según el método PCI en la Av. Luis Heysen con longitud de 235.87m, la condición de pavimento resultó un valor 61.45, la cual se encuentra dentro del punto B en la curva de deterioro y es necesario plantear con urgencia políticas efectivas de intervención para evitar que el deterioro se incremente, asimismo mejorar la condición del estado actual hasta un nivel adecuado. En la CA. Manuel Seoane Corrales con una longitud de 164.60m, la condición de pavimento resultó un valor 64, la cual se encuentra dentro del punto B en la curva de deterioro y es necesario plantear con urgencia políticas efectivas de intervención para evitar que el deterioro se incremente y, por el contrario, mejorar la condición del estado actual hasta un nivel adecuado. En la Av. Garcilaso de la Vega con una longitud de 277.76m, la condición de pavimento resultó un valor 39, la cual se encuentra dentro del punto C en la curva de deterioro y es necesario realizar el proceso de rehabilitación. Por otro lado, en la calle Los Parques presenta un PCI= 89 y en la calle Miguel Grau un PCI=88.10, por lo tanto se encuentra en el punto A de la curva, el cual confirma una condición EXELENTE. Se dispone que las alternativas de intervención se realicen con mantenimientos de tipo menor que contempla trabajos de intervención en las áreas localizadas de las fallas con técnicas de mantenimiento como sellado superficial, sellado de grietas, bacheo superficial y bacheo profundo.

### 4.2.1. Matriz de intervención

En las siguientes tablas N°43, N°43.1, N°44, N°45, N°46, N°47 se muestra la matriz de intervención propuesta en la zona de estudio (Av. Luis Heysen, CA Manuel Seoane Corrales CA. Los Parques, CA. Miguel Grau y la Av. Garcilaso de la Vega), en donde cada falla presente en el pavimento está en función de la severidad. Además, es importante señalar que para esta intervención se tomó en cuenta las causas que originan dichos daños.

**Tabla 43:** Matriz de alternativa de intervención en la Av. Luis Heysen

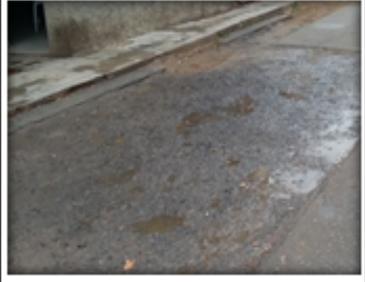
Nº	FALLAS	PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO	SEVERIDAD	INTERVENCIONES	OBSERVACIONES	ZONA AFECTADA	IMÁGENES REPRESENTATIVAS
1	PIEL DE COCODRILO	-Fallas por las fatigas de la carpeta asfáltica del pavimento antiguo.	-				
		-Debido a la acción repetida de las cargas de tránsito, formando grietas en forma de polígonos irregulares	MEDIO	BACHEO PROFUNDO	REALIZAR LA INTERVENCIÓN CORRESPONDIENTE A LA FALLA PRINCIPAL	39.43 m <sup>2</sup>	
			ALTO	BACHEO PROFUNDO	REALIZAR LA INTERVENCIÓN CORRESPONDIENTE A LA FALLA PRINCIPAL	12.95 m <sup>2</sup>	
2	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	-La acumulación del material en una fisura que en conjunto con las cargas vehiculares generan estos abultamientos y hundimientos.	BAJO	NO SE HACE NADA	REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO	5.30 m	
		-La expansión del suelo de fundación y los deterioros en el drenaje pluvial.	-				
			-				
3	GRIETA DE BORDE	-Las condiciones climáticas o el efecto abrasivo de arena suelta en el borde del pavimento, ocasionando problemas de peladuras que conducen a la desintegración y que podrían producirse desprendimientos del mismo.	-				
			MEDIO	SELLADO DE GRIETAS	REALIZAR PREVIAMENTE LA EVALUACION ESTRUCTURAL	7.16 m	
			-				
4	DESNIVEL DE CARRIL	-Por asentamiento y erosión de la berma o por una acción de recapeo (nueva capa asfáltica) deficiente, sin tener la nivelación requerida con la berma.	-				
			MEDIO	RENIVELACION DE LAS BERMAS PARA AJUSTAR AL NIVEL	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	12.50 m	
			-				

**Tabla 43.1:** Matriz de alternativa de intervención en la Av. Luis Heysen

5	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	-Ausencia de juntas de construcción de baja calidad o porque no se han construido estas y por la variación de temperatura que existe a diario.	BAJO	SELLADO DE GRIETAS	REPARACIÓN DE GRIETAS EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	10.00 m	
			MEDIO	SELLADO DE GRIETAS	REPARACIÓN DE GRIETAS EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	4.31 m	
			-				
6	PARCHEO	-Pavimento que ha sido reparado, es decir reemplazar un pavimento deteriorado o en mal estado.	-				
			-				
		1-Parches de corte utilitario: Debido a parches colocados después de realizar trabajos de corte en el pavimento.	ALTO	SUSTITUCION DEL PARCHE	COLOCACIÓN DE UNA NUEVA CAPA DE RODADURA.	6.64 m <sup>2</sup>	
7	HUECOS	Estos huecos son ocasionados por un conjunto de factores como: mezclas de baja calidad en la superficie, mal diseño en la capa de base o de la subrasante, o también cuando se ha originado la condición de piel de cocodrilo de alta severidad.	BAJO	BACHEO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	1.56 m <sup>2</sup>	
			MEDIO	BACHEO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO Y NUEVA CAPA DE RODADURA(CARPETA) PARA EL REFUERZO EN EL TRAMO AFECTADO	5.35 m <sup>2</sup>	
			-				
8	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	Debido a las cargas de tráfico especialmente el vehículo de oruga, la pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos, diseño de mezclas inadecuadas y baja calidad en la adherencia entre agregado-asfalto.	BAJO	SELLADO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO	7.07 m <sup>2</sup>	
			-				
			ALTO	BACHEO SUPERFICIAL	COLOCACIÓN DE UNA NUEVA CAPA DE RODADURA (CARPETA) O TRATAMIENTO SUPERFICIAL	1.27 m <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 44:** Matriz de alternativa de intervención en la CA. Manuel Seoane Corrales

N°	FALLAS	PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO	SEVERIDAD	INTERVENCIONES	OBSERVACIONES	ZONA AFECTADA	IMÁGENES REPRESENTATIVAS
1	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	-Ausencia de juntas de construcción de baja calidad o porque no se han construidos estas y por la variación de temperatura que existe a diario.	BAJO	SELLADO DE GRIETAS	REPARACIÓN DE GRIETAS EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	23.97 m	
			MEDIO	SELLADO DE GRIETAS	REPARACIÓN DE GRIETAS EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	4.87 m	
			-				
2	HUECOS	Estos huecos son ocasionados por un conjunto de factores como: mezclas de baja calidad en la superficie, mal diseño en la capa de base o de la subrasante, o también cuando se ha originado la condición de piel de cocodrilo de alta severidad.	-				
			MEDIO	BACHEO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO Y NUEVA CAPA DE RODADURA(CARPETA) PARA EL REFUERZO EN EL TRAMO AFECTADO	1.87 m2	
			-				
3	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	Debido a las cargas de tráfico especialmente el vehículo de oruga, la pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos, diseño de mezclas inadecuadas y baja calidad en la adherencia entre agregado-asfalto.	-				
			-				
			ALTO	BACHEO SUPERFICIAL	COLOCACIÓN DE UNA NUEVA CAPA DE RODADURA (CARPETA O TRATAMIENTO	36.23 m2	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 45:** Matriz de alternativa de intervención en la CA. Los Parques

N°	FALLAS	PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO	SEVERIDAD	INTERVENCIONES	OBSERVACIONES	ZONA AFECTADA	IMÁGENES REPRESENTATIVAS
1	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	-Ausencia de juntas de construcción de baja calidad o porque no se han construidos estas y por la variación de temperatura que existe a diario	BAJO	SELLADO DE GRIETAS	REPARACIÓN DE GRIETAS EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	13.70 m	
			-				
			-				
2	AHUELLAMIENTO	<p>-Compactación insuficiente del paquete estructural, trayendo consigo la inestabilidad en las capas (bases, sub-bases).</p> <p>-Producida por exceso de ligante en riegos, espesores inadecuados y una mala calidad en los materiales</p>	BAJO	BACHEO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	1.72 m <sup>2</sup>	
			-				
			-				
3	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	Debido a las cargas de tráfico especialmente el vehículo de oruga, la pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos, diseño de mezclas inadecuadas y baja calidad en la adherencia entre agregado-asfalto	BAJO	SELLADO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO	17.34 m <sup>2</sup>	
			-				
			-				

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 46:** Matriz de alternativa de intervención en la CA. Miguel Grau

N°	FALLAS	PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO	SEVERIDAD	INTERVENCIONES	OBSERVACIONES	ZONA AFECTADA	IMÁGENES REPRESENTATIVAS
1	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	-Ausencia de juntas de construcción de baja calidad o porque no se han construidos estas y por la variación de temperatura que existe a diario	BAJO	SELLADO DE GRIETAS	REPARACIÓN DE GRIETAS EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	15.17 m	
			-				
			-				
2	HUECOS	Estos huecos son ocasionados por un conjunto de factores como: mezclas de baja calidad en la superficie, mal diseño en la capa de base o de la subrasante, o también cuando se ha originado la condición de piel de cocodrilo de alta severidad.	BAJO	BACHEO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	0.38 m <sup>2</sup>	
			-				
			-				
3	AHUELLAMIENTO	<p>-Compactación insuficiente del paquete estructural, trayendo consigo la inestabilidad en las capas (bases, sub-bases).</p> <p>-Producida por exceso de ligante en riegos, espesores inadecuados y una mala calidad en los materiales.</p>	BAJO	BACHEO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO EN MANTENIMIENTO RUTINARIO	0.78 m <sup>2</sup>	
			-				
			-				
4	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	Debido a las cargas de tráfico especialmente el vehículo de oruga, la pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos, diseño de mezclas inadecuadas y baja calidad en la adherencia entre agregado-asfalto.	BAJO	SELLADO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO	24.75 m <sup>2</sup>	
			-				
			-				

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 47:** Matriz de alternativa de intervención en la Av. Garcilaso de la Vega

N°	FALLAS	PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO	SEVERIDAD	INTERVENCIONES	OBSERVACIONES	ZONA AFECTADA	IMÁGENES REPRESENTATIVAS
1	PIEL DE COCODRILO	-Fallas decudo a las fatigas de la carpeta asfaltica del pavimento antiguo.	-				
		-Debido a la acción repetida de las cargas de tránsito, formando grietas en forma de poligonos irregulares	MEDIO	BACHEO PROFUNDO	REALIZAR LA INTERVENCIÓN CORRESPONDIENTE A LA FALLA PRINCIPAL	0.84 m2	
			ALTO	BACHEO PROFUNDO	REALIZAR LA INTERVENCIÓN CORRESPONDIENTE A LA FALLA PRINCIPAL	10.72 m2	
2	HUECOS	Estos huecos son ocasionados por un conjunto de factores como: mezclas de baja calidad en la superficie, mal diseño en la capa de base o de la subrasante, o también cuando se ha originado la condición de piel de cocodrilo de alta severidad	-				
			MEDIO	BACHEO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO AISLADO Y NUEVA CAPA DE RODADURA (CARPETA) PARA EL REFUERZO EN EL TRAMO	1.00 m2	
			-				

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Resultados de la evaluación del estado estructural del pavimento flexible.

Para la evaluación del estado superficial se realizó la exploración en campo de la zona de estudio. Además, se tomó coordenadas en las 3 calicatas correspondientes (VER ANEXO D).

#### 4.3.1. Ensayos in situ

En la intervención de la evaluación del paquete estructural, se toma en cuenta el análisis de las capas que componen la estructura del pavimento. En la exploración de campo se observó que la zona de estudio estaba conformado por capa de subbase y capa asfáltica con variación de espesores (ver tabla N°45).

##### 4.3.1.1. Densidad de campo:

ENSAYO: SUELOS, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo In-Situ mediante el cono de arena.

REFERENCIA: NORMA N.T.P. 339.143 ASTM D-1556.

Los resultados obtenidos de la densidad de campo realizado a través del método cono de arena, se detallan en las siguientes tablas:

**Tabla 48:** Resultados de densidad de campo para la Sub Base Granular.

Densidad de campo por el Método cono de Arena		
N° de calicata	Contenido de Humedad Natural (%)	Densidad Natural seca (g/cm <sup>3</sup> )
1	7.8	2.232
2	6.5	2.103
3	10.2	1.733

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 49:** Resultados de densidad de campo para la Sub Rasante.

Densidad de campo por el Método cono de Arena		
N° de calicata	Contenido de Humedad Natural (%)	Densidad Natural seca (g/cm <sup>3</sup> )
1	7.9	2.196
2	6.2	2.115
3	9.8	1.747

**Fuente:** Elaboración propia

## Registro Exploratorio

En el siguiente cuadro se especifica el registro exploratorio de las 3 calicatas

**Tabla 50:** Registro exploratorio en la Av. Garcilaso de la Vega y la Av. Luis Heysen.

Calicata	Ubicación	Capa	Espesor (m)
C-1	Se encuentra en la Av. Garcilaso de la Vega, con intersección a la CA. Manuel Seoane Corrales y la Av. Luis Heysen.	Carpeta Asfáltica	0.058
		Sub base	0.33
		Nivel Freático	N.P
C-2	Se encuentra en la CA. Luis Heysen, que está entre la Av. Garcilaso de la Vega y la CA. Miguel Grau.	Carpeta Asfáltica	0.052
		Sub base	0.23
		Nivel Freático	N.P
C-3	Se encuentra en la Av. Luis Heysen, con intersección a la CA. Los Parques.	Carpeta Asfáltica	0.051
		Sub base	0.20
		Nivel Freático	N.P

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3.2. Ensayos de laboratorio

A continuación se detallan los resultados de los ensayos realizados en laboratorio de suelos y agregados para las 3 calicatas:

#### 4.3.2.1. Análisis Granulométrico, contenido de humedad y Límites de Atterberg.

Se detallan los resultados de los ensayos de granulometría, contenido de humedad y límites de Atterberg en porcentajes (%) en cada una de las 3 calicatas en la zona de estudio, haciendo uso de las normativas que se describen a continuación:

ENSAYO<sub>1</sub>: SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.

REFERENCIA: N.T.P. 339.128 ASTM D – 422

ENSAYO<sub>2</sub> : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

REFERENCIA: N.T.P. 339.129 ASTM D – 4318

ENSAYO<sub>3</sub>: SUELOS. Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo

REFERENCIA: N.T.P. 339.127

**Tabla 51:** Resumen de resultados de granulometría, contenido de humedad y límites de Atterberg.

CAPA	ENSAYO	C-01			C-02			C-03		
Sub Base	Análisis granulométrico por tamizado	%	%	%	%	%	%	%	%	%
		Grava	arena	limo y arcilla	Grava	arena	limo y arcilla	Grava	arena	limo y arcilla
		35.5	53.4	11.1	30.2	69.1	0.7	29	69.6	1.4
	Contenido de humedad	2.40%			3.00%			4.10%		
	Límites de Atterberg(%)	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
22.09		19.04	3.05	21.68	16.09	5.59	22.14	14.67	7.47	
Sub Rasante	Análisis granulométrico por tamizado	%	%	%	%	%	%	%	%	%
		Grava	arena	limo y arcilla	Grava	arena	limo y arcilla	Grava	arena	limo y arcilla
		0.4	12.5	87.1	0.8	46.5	52.7	0.4	7.2	92.4
	Contenido de humedad	15.80%			15.80%			15.80%		
	Límites de Atterberg(%)	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
36.96		11.19	25.77	31.57	18.66	12.91	54.19	18.66	35.53	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2.2. Sales solubles totales.

Los resultados de sales totales se presentan en partículas por millón (PPM) y en porcentaje (%) para cada una de las calicatas exploradas en campo. Para este ensayo se toma como referencia la norma N.T.P. 399.152: 2002

**Tabla 52:** Resumen de sales solubles en PPM y %

Sales solubles totales			
	Calicata	PPM	%
Sub base granular	1	300	0.03
	2	300	0.03
	3	600	0.06
Sub rasante	1	2673	0.27
	2	2376	0.24
	3	2376	0.24

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 52 se obtiene que en la sub base, el menor porcentaje de sales se encuentra en la calicata 1 y la calicata 2, el cual es de 0.03% y en la sub rasante el menor porcentaje está en las calicatas 2 y 3 con un porcentaje de 0.24%.

#### 4.3.2.3. Próctor modificado y CBR (Relación de soporte de California)

Con el ensayo del próctor modificado se obtuvo la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH), y con estos resultados se determinó el porcentaje (%) de CBR al 95% en la sub base y sub rasante para cada una de las 3 calicatas. Para realizar este ensayo se toma como referencia la norma (N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883). A continuación se detallan los resultados de próctor modificado y CBR en la tabla 53 y 54:

**Tabla 53:** Resumen de resultados próctor modificado y CBR al 95% en la sub base

Calicata	Próctor modificado			CBR(0.1")
	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)
1	2.142	6.8	2.035	37.9
2	2.147	9.3	2.04	35.3
3	2.134	6.8	2.027	35.5

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 54:** Resumen de resultados próctor modificado y CBR al 95% en la sub rasante

Calicata	Próctor modificado			CBR(0.1")
	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)
1	1.824	10.2	1.733	9
2	1.801	11.2	1.711	6.9
3	1.813	10.6	1.722	12

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.2.4. Porcentaje (%) de equivalente de arena

Para realizar este ensayo se tomó en cuenta la normativa (NTP 339,146 - EG – 2000).

**Tabla 55:** Resumen de resultados sobre el % Equivalente de Arena

Equivalente de arena	
Calicata	EA (%)
1	30
2	29
3	29

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N° 55 se determinó el porcentaje (%) de arena contenido en la capa de sub base granular, en la que se observa que la calicata 1 presenta un mayor porcentaje de 30% y la calicata 1 y 2 un porcentaje de 29%

#### 4.3.2.5. Porcentaje (%) de desgaste por medio de máquina de los Ángeles

En este ensayo se tomó como referencia las siguientes normativas: ASTM C- 131, AASHTO T 96 y ASTM C-535, las que permiten determinar el porcentaje de resistencia al desgaste. A continuación se detalla el resumen de los resultados sobre el porcentaje de abrasión y uniformidad.

**Tabla 56:** Resumen de resultados sobre Abrasión “Los Ángeles”

Desgaste por abrasión Maquina los Ángeles		
Calicata	Abrasión (%)	Uniformidad (%)
1	24.96	0.59
2	24.8	0.58
3	27.8	0.5

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.2.6. Porcentaje (%) de partículas chatas y alargadas

Para realizar este ensayo de partículas de chatas y alargadas se tomó en cuenta la normativa (ASTM D-4791).

**Tabla 57:** Resumen de resultados de partículas chatas y alargadas

Partículas chatas y alargadas	
Calicata	Partículas chatas y alargadas (%)
1	1.69
2	1.15
3	1.07

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N° 57 se determinó el porcentaje (%) de partículas chatas y alargadas en el agregado grueso; demás, se muestra que la calicata 1 tiene un mayor porcentaje de 1.69%.

#### 4.3.2.7. Lavado asfáltico

Para la evaluación de la carpeta asfáltica se realizó el ensayo del Lavado asfáltico haciendo uso de las siguientes normas que a continuación se mencionan:

ENSAYO: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos.

REFERENCIA: NTP 339.127:1998

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

REFERENCIA: NTP 399.128:1999

A continuación se da a conocer los resultados del contenido de asfalto (%) que presenta la carpeta asfáltica, esto se realizó en cada uno de las 3 calicatas exploradas en campo.

**Tabla 58:** Resumen de resultados sobre contenido de asfalto.

% de Asfalto	
Calicata	Porcentaje (%)
1	11.38
2	9.37
3	11.09

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N° 58 se obtiene que el mayor contenido asfáltico lo presenta la calicata 1 con un porcentaje de 11.38%

## **4.4. Discusión**

### **4.4.1. Interpretación de resultados en base a la evaluación superficial del pavimento flexible.**

La presente evaluación fue realizado en las avenidas: Luis Heysen y Garcilaso de la Vega y las calles: Manuel Seoane Corrales, Los parques y Miguel Grau, lo cual se obtuvo información en campo para luego registrarlo en un formato de inventario de fallas y consecutivamente a ello, obtener los resultados del estado situacional del pavimento flexible. Tomando como referencia al manual ASTM D6433 se utiliza el método del Índice de Condición de Pavimento (PCI) para la evaluación superficial correspondiente.

Como primer paso de evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI, se dividen las secciones en unidades de muestra y con un ancho de calzada de acuerdo a las avenidas y calles del distrito de Pítipu, como segundo paso se obtiene la longitud de unidad de muestreo. En algunas vías de estudio se presentaron anchos de calzada mayores a 7,30m, lo cual fue necesario extrapolar para obtener el total de muestras.

La Av. Luis Heysen es la que presenta mayor número de unidades de muestra resultando 8 muestras según la tabla N°02, pero en campo se observó que solo 6 presentan patologías y fue necesario realizar su respectivo análisis, donde el promedio de calificación es 61.45 y según el promedio de la condición de pavimento resulta como bueno. En Av. Garcilaso de la Vega se analizó una unidad de muestra, donde el promedio de calificación es de 39 y la condición de pavimento promedio es malo. La calle Manuel Seoane corrales fue evaluada mediante 2 unidades de muestreo, la cual resulta un promedio de calificación de 64 y el promedio de condición es considerado como Bueno. Además, en la calle Los Parques se analizó una unidad de muestreo, resultando un promedio de calificación de 89 y una condición de pavimento excelente y la Calle Miguel Grau fue evaluada por 2 unidades de muestreo, lo cual resultó un promedio de calificación de 88.10 y una condición de pavimento considerado como excelente.

Las fallas más comunes que se presentan en las vías de estudio son: Piel de cocodrilo, Grietas longitudinales y transversales, Huecos, Desprendimiento de agregados, Abultamientos y hundimientos, Grieta de borde, Desnivel carril-berma, Parcheo, afectando parcialmente la estructura del pavimento.

#### 4.4.2. Interpretación de resultados con lo referente a la evaluación estructural del pavimento flexible.

Para la evaluación del estado estructural fue necesario realizar una exploración a cielo abierto mediante calicatas, para luego analizar las diferentes muestras que presenta el paquete estructural en laboratorio de suelos y agregados. Se exploró 3 calicatas debido a la zona más crítica del pavimento flexible y a razones de permisos por parte de la Municipalidad distrital de Pítipo. A continuación se detallan los resultados obtenidos en campo:

**Tabla 59:** Resultado de exploración en campo

Registro de exploración- Ensayo de campo						
Calicata	Ubicación	Capa	Espesor (m)	ENSAYO REALIZADO	GRADO DE COMPACTACIÓN	DISCUSIÓN
C-1 COORD.UTM E=634787.00 N=9274166.1 Elevación=54m.s.n.m	Se encuentra en la Av. Garcilaso de la Vega, con intersección a la CA. Manuel Seoane Corrales y la Av. Luis Heysen.	Carpeta Asfáltica	0.057	-----		
		Sub base	0.33	Densidad in situ	99%	CUMPLE
		sub rasante	-----	Densidad in situ	96%	CUMPLE
		Nivel Freático	N.P	-----		
C-2 COORD.UTM E=634829.00 N=9274187.00 Elevación=54m.s.n.m	Se encuentra en la CA. Luis Heysen, que está entre la Av. Garcilaso de la Vega y la CA. Miguel Grau.	Carpeta Asfáltica	0.052	-----		
		Sub base	0.3	Densidad in situ	98%	CUMPLE
		sub rasante	-----	Densidad in situ	96%	CUMPLE
		Nivel Freático	N.P	-----		
C-3 COORD.UTM E=634903.68 N=9274180.18 Elevación=54m.s.n.m	Se encuentra en la Av. Luis Heysen, con intersección a la CA. Los Parques.	Carpeta Asfáltica	0.509	-----		
		Sub base	0.32	Densidad in situ	79%	NO CUMPLE
		sub rasante	-----	Densidad in situ	96%	CUMPLE
		Nivel Freático	N.P	-----		

**Fuente:** Elaboración

Con la explotación realizada en campo se encontró materiales que componen la estructura del pavimento tales como: sub base, sub rasante (terreno natural) y la carpeta asfáltica, mas no se encontró capa de base y de estos componentes se tomaron las muestras respectivas para luego ser analizadas en laboratorio de suelos y agregados. Además se pudo determinar que la subbase está conformada por afirmado.

Según tabla N°54 se observa que la calicata N°1 (C-1) se encontró: carpeta asfáltica igual a 0.057 m y una sub base de 0.33 m, en la calicata N°2(C-2) se muestra que la carpeta asfáltica que se encontró tiene un espesor de 0.052 m y la subrasante=0.30m, mientras que en la calicata N°3(C-3) el espesor de la carpeta asfáltica es de 0.509 m y por último la subbase un espesor de 0.32 m.

## Compatibilidad entre el proyecto de investigación con el expediente técnico

Comparación en los espesores sub base y carpeta asfáltica según el registro exploratorio en campo y el expediente técnico del proyecto mencionado en el punto 3.4.5.1, el cual fue ejecutado en el año 2015.

**Tabla 60:** Comparación de espesores entre el registro exploratorio con el expediente técnico

Calicata	Ubicación	Capa	Registro explorativo	Expediente técnico
			Espesor (cm)	Espesor (cm)
C-1	Se encuentra en la Av. Garcilaso de la Vega, con intersección a la CA. Manuel Seoane Corrales y la Av. Luis Heysen.	Carpeta Asfáltica	5.7	5
		Sub base	33	40
		Nivel Freático	N.P	N.P
C-2	Se encuentra en la CA. Luis Heysen, que está entre la Av. Garcilaso de la Vega y la CA. Miguel Grau.	Carpeta Asfáltica	5.2	5
		Sub base	30	40
		Nivel Freático	N.P	N.P
C-3	Se encuentra en la Av. Luis Heysen, con intersección a la CA. Los Parques.	Carpeta Asfáltica	5.09	5
		Sub base	32	40
		Nivel Freático	N.P	N.P

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N° 60, se observa que los espesores tanto de la carpeta asfáltica como de sub base no coinciden con los datos obtenidos del expediente técnico, ya que en éste solo contempla una subbase con un espesor de 40cm (en dos capas) y una carpeta asfáltica de E=2” en todas las calles mencionadas en el proyecto

Con respecto a los ensayos realizados en laboratorio, los resultados se comparan en base a los requisitos mínimos establecidos por el “manual de ensayo de materiales” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**Tabla 61:** Discusión de resultados para el agregado fino

REQUERIMIENTOS DE AGREGADO FINO						
ENSAYO	CALICATA	NORMA MTC	REQUERIMIENTOS DE ALTITUD		Resultados de laboratorio (%)	Discusión
			<30000 msnm	>= 30000 msnm		
INDICE PLASTICO	C-1	MTCE 111	4% máx	2% mín	3.05	CUMPLE
	C-2				5.59	NO CUMPLE
	C-3				7.47	NO CUMPLE
EQUIVALENTE DE ARENA	C-1	MTCE 114	35% mín	45% mín	30	CUMPLE
	C-2				29	CUMPLE
	C-3				29	CUMPLE
SALES SOLUBLES	C-1	MTCE 119	0.5% máx	0.5% mín	0.03	CUMPLE
	C-2				0.03	CUMPLE
	C-3				0.06	CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N°61 se observa que la calicata N°01(C-1) y la calicata N°02(C-2) de agregados finos no cumplen con los requisitos mínimos en cuanto al índice de plasticidad, caso contrario ocurre con los ensayos como equivalente de arena y sales totales que si cumplen con los requisitos estipulados en la norma.

**Tabla 62:** Discusión de resultados para el agregado grueso

REQUERIMIENTOS DE AGREGADO GRUESO								
ENSAYO	CALICATA	NORMA MTC	NORMA ASTM	NORMA AASHTO	REQUERIMIENTOS DE ALTITUD		Resultados de laboratorio (%)	Discusión
					<30000 msnm	>= 30000 msnm		
ABRASIÓN DE LOS ANGELES	C-1	MTC E 207	C-131	T-96	40% máx	15% máx	24.96	CUMPLE
	C-2						24.8	CUMPLE
	C-3						27.8	CUMPLE
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	C-1	-----	D-4791	-----	15% máx	15% máx	1.69	CUMPLE
	C-2						1.15	CUMPLE
	C-3						1.07	CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N°62 se puede observar que los requisitos mínimos para los ensayos de abrasión de los ángeles y partículas chatas y alargada con lo referente a los agregados gruesos si cumplen según normativa.

En la siguiente tabla N°63 se muestran los resultados de los ensayos con respecto a la Relación de Soporte de California (CBR) para sub base y sub rasante.

**Tabla 63:** Discusión de resultados para CBR-sub base

REQUERIMIENTO DE ENSAYO CBR PARA SUB BASE						
CALICATA	DENSIDAD SECA(g/cm <sup>3</sup> )	CBR A LA PENETRACIÓN	MDS(%)	CBR(%)	SUB BASE(%)	DISCUSIÓN
C-1	2.142	0.1"	100	37.9	40% mín	NO CUMPLE
C-2	2.147			35.3		NO CUMPLE
C-3	2.134			35.5		NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia

En esta tabla N°63 se comprueba que la sub base no cumple con el mínimo porcentaje de CBR (40% mín), según el manual MTC-2016.

**Tabla 64:** Discusión de resultados para CBR-sub rasante

REQUERIMIENTO DE ENSAYO CBR PARA SUB RASANTE					
CALICATA	DENSIDAD SECA(g/cm <sup>3</sup> )	CBR A LA PENETRACIÓN	MDS(%)	CBR(%)	DISCUSIÓN
C-1	1.824	0.1"	100	9	SUFICIENTE
C-2	1,801			6.9	SUFICIENTE
C-3	1.813			12	SUFICIENTE

**Fuente:** Elaboración propia

Con respecto a la tabla N°64 el CBR para la sub rasante es mayor a 6% como mínimo establecido por norma, lo cual cumple con ese requisito, también se puede observar que la calicata (C-3) tiene un CBR mayor a las calicatas 1 y 2.

Los resultados que se obtiene al ensayo de lavado asfáltico, se detallan en las siguientes tablas:

**Tabla 65:** Gradación Mezcla asfáltica –Calicata N°01

Contenido de Asfalto			11.38%
<i>Analisis Granulométrico por tamizado</i>			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados retenido que pasa	% <i>Que pasa</i>
3"	75	0.000	100.00
2"	50	0.000	100.00
1 1/2"	37.5	0.000	100.00
1"	25	0.000	100.00
3/4"	19	0.859	99.14
1/2"	12.5	7.990	92.01
3/8"	9.5	14.172	85.83
1/4"	6.3	18.222	81.78
Nº 4	4.75	22.343	77.66
Nº 10	2	33.010	66.99
Nº 20	0.85	44.172	55.83
Nº 40	0.425	56.354	43.65
Nº 50	0.25	60.657	39.34
Nº 100	0.106	67.788	32.21
Nº 200	0.075	68.949	31.05

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 66:** Gradación Mezcla asfáltica –Calicata N°02

Contenido de Asfalto			9.37%
<i>Analisis Granulométrico por tamizado</i>			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados retenido que pasa	% <i>Que pasa</i>
3"	75	0.000	100.00
2"	50	0.000	100.00
1 1/2"	37.5	0.000	100.00
1"	25	0.000	100.00
3/4"	19	0.901	99.10
1/2"	12.5	9.548	90.45
3/8"	9.5	16.061	83.94
1/4"	6.3	25.709	74.29
Nº 4	4.75	31.585	68.42
Nº 10	2	46.392	53.61
Nº 20	0.85	62.498	37.50
Nº 40	0.425	75.474	24.53
Nº 50	0.25	80.641	19.36
Nº 100	0.106	88.360	11.64
Nº 200	0.075	90.173	9.83

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 67:** Gradación Mezcla asfáltica –Calicata N°03

Contenido de Asfalto			11.09%
<i>Analisis Granulométrico por tamizado</i>			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados retenido que pasa	% <i>Que pasa</i>
3"	75	0.000	100.00
2"	50	0.000	100.00
1 1/2"	37.5	0.000	100.00
1"	25	0.000	100.00
3/4"	19	0.980	99.02
1/2"	12.5	8.714	91.29
3/8"	9.5	15.439	84.56
1/4"	6.3	22.939	77.06
Nº 4	4.75	27.286	72.71
Nº 10	2	39.418	60.58
Nº 20	0.85	52.296	47.70
Nº 40	0.425	64.112	35.89
Nº 50	0.25	68.878	31.12
Nº 100	0.106	76.378	23.62
Nº 200	0.075	77.449	22.55

**Fuente:** Elaboración propia

De las tablas 65, 66 y 67, se interpreta que la mezcla asfáltica no cumple con los husos granulométricos requeridos según las normas (NTP 339.127:1998 y NTP 399.128:1999), donde el porcentaje de finos es mucho mayor al agregado grueso, lo cual resulta que el porcentaje (%) de contenido asfáltico es mayor a 6%, recomendado por el Ing. Nepton Ruíz Saavedra, especialista en ingeniería de pavimentos de la región Lambayeque.

## V. Conclusiones

1. La condición de pavimento en cada vía urbana de las avenidas y calles: Av. Luis Heysen de las 6 unidades de muestreo analizadas presenta un PCI promedio de 61.45 cuya condición es BUENO requiriendo de un mantenimiento rutinario; en la Av. Garcilaso de la Vega de la muestra analizada presenta un PCI de 39 con una condición de pavimento MALO, lo cual se requiere de rehabilitación; en la calle. Manuel Seoane Corrales de las 2 unidades de muestreo analizadas el PCI promedio es de 64 con una condición de pavimento BUENO también se requiere de mantenimiento rutinario; en la calle Los Parques de las 2 unidades de muestreo analizadas cuenta con un PCI promedio de 89 cuya condición de pavimento EXCELENTE; en la calle. Miguel Grau de las 2 unidades de muestreo analizadas presenta un PCI promedio de 88.10 y la condición de pavimento también EXCELENTE.

2. Las alternativas de intervención propuestas para mejorar la condición actual que presenta el pavimento de la zona en estudio (calles y avenidas), son las siguientes:

Falla tipo Piel de Cocodrilo:

-Nivel de severidad Media: Intervención tipo Bacheo Profundo.

-Nivel de severidad Alta: Intervención tipo Bacheo Profundo.

Falla tipo Grieta de borde:

-Nivel de severidad Baja: Intervención tipo Sellado de Grietas.

Falla tipo Desnivel de carril:

-Nivel de severidad Media: Intervención de Renivelación de las bermas para ajustar el nivel.

Falla tipo Grieta Longitudinal/Transversal:

-Nivel de severidad Baja: Intervención tipo Sellado de Grietas.

-Nivel de severidad Media: Intervención tipo Sellado de Grietas.

Falla tipo Parcheo:

-Nivel de severidad Alta: Intervención de sustitución del parche.

Falla tipo Huecos:

-Nivel de severidad Baja: Intervención tipo Bacheo Superficial.

-Nivel de severidad Media: Intervención tipo Bacheo Superficial.

Falla tipo Ahuellamiento:

-Nivel de severidad Baja: Intervención tipo Bacheo Superficial.

Falla tipo Desprendimiento de Agregados:

-Nivel de severidad Baja: Intervención tipo Sellado Superficial

-Nivel de severidad Alta: Intervención tipo Bacheo Superficial.

**3.** Los resultados que se obtuvieron en campo no concuerdan con el expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN Y RECUPERACION DE LA CALLE FRANCISCO MURO MORENO, AV. GARCILAZO DE LA VEGA CUADRA N° 01 Y 02, LA AV. LUIS HEYSEN DE LA CIUDAD DE PITIPO, DISTRITO DE PITIPO, FERREÑAFE - LAMBAYEQUE”, el cual se ejecutó en el año 2015 donde además, se estipula que en las especificaciones técnicas, de acuerdo a las exigencias de espesor, se menciona que para bacheo se estipulo un espesor de sub base granular  $e=0.40m$  (2 capas de  $0.20m$  cada una), mas no se menciona la capa de base y para rehabilitación un espesor  $e=0.15m$  y con respecto a la carpeta asfáltica se menciona un espesor de  $e=2''$ .

**4.** Para los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de la Empresa FERMATI, ubicada en la CA. Francisco Cabrera N°1277 provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, se determinó que para el agregado fino si cumple con el índice de plasticidad para calicata (C-1). Los ensayos de equivalente de arena y sales solubles si cumplen con los parámetros estipulados por normas correspondientes. Con respecto a los requerimientos del agregado grueso también cumplen con los parámetros establecidos por norma. Además, se concluye que el CBR para calicata(C-1)=37.9%, calicata(C-2)=35,3% y calicata(C-3)=35.5% no cumplen con el mínimo establecido que es 40%, a diferencia que para la sub rasante si cumple con el  $CBR > 6\%$  para las tres calicatas.

**5.** En los ensayos de laboratorio se determinó además, que para las calicatas (C-1 y C-2), el agregado fino no cumplen con el índice de plasticidad, estipulados por los parámetros establecidos de acuerdo a la norma MTC E- 111.

## **VI. Recomendaciones**

- 1.** Se recomienda realizar una intervención inmediata a las autoridades locales e interesados, con el objetivo de brindar un adecuado mantenimiento correctivo y/o rehabilitación, para lograr un pavimento en estado óptimo de serviciabilidad. Sin embargo, para proyectos como rehabilitación de pavimentos, se deben considerar con exactitud todas y cada una de las unidades de muestreo y no de manera aleatoria, tomando en cuenta el método PCI, ya que es un método viable para conservar el pavimento en buen estado.
  
- 2.** El pavimento en las vías de estudio ya analizados se tiene que realizar trabajos de mantenimiento tales como: sellado de grietas, sustitución de parches, renivelación de las bermas para ajustar el nivel, así como bacheo superficial y profundo.
  
- 3.** Se recomienda monitorear los materiales de colocación a las capas que componen la estructura del pavimento durante la ejecución de un proyecto vial, para no generar problemas de deterioros y del mismo modo evitar interrumpir la vida útil del pavimento en el cual fue diseñado.
  
- 4.** Los materiales que se deben utilizar en el diseño de carreteras deberán cumplir con los requisitos mínimos establecidos por los manuales de suelos y pavimentos, así como las especificaciones técnicas del Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC), es decir que se cumplan con los requisitos de calidad de los materiales.
  
- 5.** Los agregados finos en las capas tanto de sub base como base, deben cumplir con el índice de plasticidad, estipulados por la norma MTC E- 111, ya que es fundamental para que no exista falla estructural en la carpeta del pavimento.

## VII. Referencias

- [1] R. Tabares Gonzales, «Diagnostico de vía existente y diseño del pavimento flexible en la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en la fase 1 de la vía de acceso al barrio Ciudadela del Café- vía la Badea” .,» Colombia, 2015.
- [2] M. E. Carzola Artilles, «Metodología para la evaluación del pavimento flexible y propuesta de soluciones de rehabilitación de un tramo de carretera, a partir de la inspección visual,» La Habana, Cuba, 2012.
- [3] E. Rodriguez Velasquez, «Calculo del Índice de condición del pavimento flexible en la Av.Luis Montero, distrito de Castilla-Piura,» Piura, 2009.
- [4] K. Quiñones Paucar, “Diagnostico y Diseño vial del pavimento flexible: Avenida Alfonso Ugarte (Tramo: Carretera Central-Avenida Ferrocarril, en el distrito de Hualhuas. Provincia de Huancayo 2016”, Huancayo, 2017.
- [5] N. Huangal Castañeda, «Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la vía canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016.,» Chiclayo, 2017.
- [6] M. De La Cruz Puma y . A. Medina Palacios, «Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI,» Lima, 2015.
- [7] L. R. Vazquez Valera, «Paviment Condition Index(PCI),» Manizales, 2002.
- [8] COMPONENTES DE DISEÑO URBANO. PERÚ: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Peru, 2011.
- [9] Ministerio de Vivienda, Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima : Megabyte , 2019.
- [10] Ministerio de Transportes y Comunicaciones , “*MANUAL DE CARRETERAS*”- *Suelos, Gologia, Geotecnia y Pavimentos*, 2014.
- [11] A. Jugo B, Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles, Caracas, 2005.
- [12] LEY GENERAL DEL AMBIENTE (LEY N°28611) DECRETO SUPREMO N° 008–2005 – PCM, Peru, 2005.
- [13] A. Montejó Fonseca, Ingeniería de Pavimentos, Colombia: Stella Valbuena de Fierro, 2010.
- [14] PAVIMENTOS URBANOS. PERÚ: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Peru, 2011.
- [15] “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN (EG - 2013)- RD N° 03 - 2013-MTC/14”, Peru, 2013.

## VIII. Anexos

## Anexo A: Conteo de tráfico

SENTIDO		E ←		S →	
UBICACIÓN		PAVIMENTACION PITIPO			
DIA		1			
ESTACION		CAPITAL DISTRITO DE PITIPO			
CODIGO DE LA ESTACION					
DIA Y FECHA	LUNES	21	4	2014	

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		SEMITRAYLER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E			
DIA GRA. VEH.													
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
03-04	E	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	
	S												
04-05	E	3	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	
	S												
05-06	E	3	1	2	0	2	1	0	0	1	0	0	
	S												
06-07	E	10	5	3	1	3	2	0	2	1	0	0	
	S												
07-08	E	18	8	4	2	2	2	0	0	2	0	0	
	S												
08-09	E	16	6	3	1	3	3	0	1	0	0	1	
	S												
09-10	E	15	6	1	1	1	1	0	0	1	0	2	
	S												
10-11	E	14	7	2	2	2	2	0	1	1	0	2	
	S												
11-12	E	16	8	1	1	2	2	0	0	1	1	3	
	S												
12-13	E	20	8	3	2	3	3	0	2	0	0	1	
	S												
13-14	E	21	9	4	1	4	2	0	1	1	0	4	
	S												
14-15	E	18	12	3	2	3	3	0	1	0	0	2	
	S												
15-16	E	12	7	2	2	2	2	0	0	0	0	2	
	S												
16-17	E	13	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	
	S												
17-18	E	14	6	1	2	1	1	0	0	0	0	0	
	S												
18-19	E	11	5	1	1	1	1	0	2	1	0	0	
	S												
19-20	E	10	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	S												
20-21	E	6	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	S												
21-22	E	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	S												
22-23	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
23-24	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
PARCIAL:		229	95	37	19	35	28	1	14	10	2	18	

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

DIA		2										
ESTACION				CAPITAL DISTRITO DE PITIPO								
CODIGO DE LA ESTACION												
DIA Y FECHA		MARTES		22		4		2014				
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMITRAYLER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	3S 1/3S2	2T2
DIAGRA. VEH.												
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
03-04	E	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0
	S											
04-05	E	3	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
	S											
05-06	E	3	1	2	0	2	1	0	0	1	0	0
	S											
06-07	E	10	5	3	1	3	2	0	2	1	0	0
	S											
07-08	E	18	8	4	2	2	2	0	0	2	0	0
	S											
08-09	E	18	6	3	1	2	3	0	1	0	0	1
	S											
09-10	E	15	6	1	1	2	1	0	0	1	0	2
	S											
10-11	E	14	7	3	2	2	2	0	1	1	0	2
	S											
11-12	E	16	8	1	1	2	2	0	0	1	1	3
	S											
12-13	E	20	8	3	2	3	3	0	2	0	0	2
	S											
13-14	E	21	9	4	1	5	2	0	1	1	0	3
	S											
14-15	E	18	11	3	2	2	3	0	1	0	0	3
	S											
15-16	E	12	7	2	2	2	2	0	1	0	0	2
	S											
16-17	E	13	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	S											
17-18	E	14	6	1	2	1	1	0	0	0	0	0
	S											
18-19	E	11	5	1	1	1	1	0	2	1	0	0
	S											
19-20	E	10	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	S											
20-21	E	6	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	S											
21-22	E	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	S											
22-23	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
23-24	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
<b>PARCIAL:</b>		<b>231</b>	<b>94</b>	<b>38</b>	<b>19</b>	<b>35</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>19</b>

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

DIA		3											
ESTACION				CAPITAL DISTRITO DE PITIPO									
CODIGO DE LA ESTACION													
DIA Y FECHA		MIERCOLES		23		4		2014					
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION			SEMITRAYLER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	2 E	3 E		
DIAGRA. VEH.													
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
03-04	E	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	
	S												
04-05	E	3	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	
	S												
05-06	E	3	1	2	0	2	1	0	0	1	0	0	
	S												
06-07	E	10	5	3	1	4	2	0	2	1	0	0	
	S												
07-08	E	18	8	4	2	3	2	0	0	2	0	0	
	S												
08-09	E	18	6	3	1	2	3	0	1	0	0	1	
	S												
09-10	E	15	6	1	1	2	1	0	0	1	0	2	
	S												
10-11	E	14	7	3	2	2	2	0	1	1	0	2	
	S												
11-12	E	16	8	1	1	2	2	0	0	1	1	2	
	S												
12-13	E	20	8	3	2	3	3	0	1	0	0	2	
	S												
13-14	E	21	9	4	1	5	2	0	1	1	0	3	
	S												
14-15	E	18	10	3	2	2	3	0	1	0	0	3	
	S												
15-16	E	12	7	2	2	2	2	0	1	0	0	2	
	S												
16-17	E	13	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	
	S												
17-18	E	14	6	1	2	1	1	0	0	0	0	0	
	S												
18-19	E	11	5	1	1	1	1	0	2	1	0	0	
	S												
19-20	E	12	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	
	S												
20-21	E	6	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	S												
21-22	E	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	S												
22-23	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
23-24	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
<b>PARCIAL:</b>		<b>233</b>	<b>94</b>	<b>38</b>	<b>19</b>	<b>37</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING. RESPON: \_\_\_\_\_

DIA		4										
ESTACION				CAPITAL DISTRITO DE PITIPO								
CODIGO DE LA ESTACION												
DIA Y FECHA		JUEVES		24	4	2014						
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMIT RAYLER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	3S1/3S2	2T2
DIA GRA. VEH.												
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
03-04	E	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0
	S											
04-05	E	3	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
	S											
05-06	E	4	1	2	0	2	1	0	0	1	0	0
	S											
06-07	E	10	5	3	1	4	2	0	2	1	0	0
	S											
07-08	E	14	8	4	2	3	2	0	0	2	0	0
	S											
08-09	E	16	6	3	1	2	3	0	1	1	0	1
	S											
09-10	E	15	6	1	1	2	1	0	0	1	0	2
	S											
10-11	E	14	7	3	2	2	2	0	1	1	0	2
	S											
11-12	E	16	8	1	1	3	2	0	0	1	1	2
	S											
12-13	E	17	8	3	2	3	3	0	1	0	0	2
	S											
13-14	E	15	9	4	1	4	2	0	1	1	0	3
	S											
14-15	E	18	12	3	2	2	3	0	1	0	0	3
	S											
15-16	E	12	7	2	2	1	2	0	1	0	0	2
	S											
16-17	E	13	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	S											
17-18	E	14	6	1	2	1	1	0	0	0	0	0
	S											
18-19	E	11	5	1	1	1	1	0	2	1	0	0
	S											
19-20	E	12	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	S											
20-21	E	6	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	S											
21-22	E	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	S											
22-23	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
23-24	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
PARCIAL:		219	96	38	19	36	28	1	14	11	2	18

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING. RESPONS: \_\_\_\_\_

DIA		5										
ESTACION				CAPITAL DIS TRITO DE PITIPO								
CODIGO DE LA ESTACION												
DIA Y FECHA		VIERNES		25		4		2014				
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMIT RAYLER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	351/352	2T2
DIAGRA. VEH.												
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
03-04	E	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0
	S											
04-05	E	3	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
	S											
05-06	E	4	1	2	0	2	1	0	0	1	0	0
	S											
06-07	E	10	5	3	1	4	2	0	2	1	0	0
	S											
07-08	E	16	8	4	2	3	2	0	0	2	0	0
	S											
08-09	E	16	6	3	1	2	3	0	1	1	0	1
	S											
09-10	E	15	6	1	1	2	1	0	0	1	0	2
	S											
10-11	E	14	7	3	2	2	2	0	1	1	0	2
	S											
11-12	E	13	8	1	1	3	2	0	0	1	1	1
	S											
12-13	E	18	8	3	2	3	3	0	1	0	0	2
	S											
13-14	E	15	9	4	1	4	2	0	1	1	0	3
	S											
14-15	E	14	12	3	2	2	3	0	1	0	0	2
	S											
15-16	E	12	7	2	2	1	2	0	1	0	0	2
	S											
16-17	E	13	4	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	S											
17-18	E	14	6	1	2	1	1	0	0	0	0	0
	S											
18-19	E	11	5	1	1	1	1	0	2	1	0	0
	S											
19-20	E	12	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	S											
20-21	E	6	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	S											
21-22	E	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	S											
22-23	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
PARCIAL:		210	96	38	19	36	28	1	14	11	2	16

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

ING. RESPONS: \_\_\_\_\_

DIA		6											
ESTACION				CAPITAL DISTRITO DE PITIPO									
CODIGO DE LA ESTACION													
DIA Y FECHA		SABADO		26		4		2014					
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMIT RAYLER	TRAYLER	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	2 E			3 E
DIA GRA. VEH.													
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
01-02	E	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
	S												
02-03	E	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
	S												
03-04	E	2	0	2	0	1	1	0	2	0	0	0	
	S												
04-05	E	3	0	1	0	1	1	0	1	2	0	0	
	S												
05-06	E	5	1	2	0	2	1	0	0	1	0	0	
	S												
06-07	E	12	5	3	1	4	1	0	2	1	0	0	
	S												
07-08	E	20	8	4	2	3	2	0	0	2	0	0	
	S												
08-09	E	20	6	3	1	2	2	0	1	0	0	1	
	S												
09-10	E	18	6	2	2	2	1	0	0	1	0	2	
	S												
10-11	E	16	7	3	1	3	2	0	1	1	0	2	
	S												
11-12	E	15	8	1	1	4	1	0	0	1	1	2	
	S												
12-13	E	18	8	3	2	4	3	0	1	0	0	3	
	S												
13-14	E	16	9	4	1	5	4	0	1	1	0	3	
	S												
14-15	E	18	8	3	2	3	2	0	1	0	0	4	
	S												
15-16	E	12	7	2	3	4	1	0	1	0	0	2	
	S												
16-17	E	13	3	2	1	2	2	1	2	1	1	2	
	S												
17-18	E	12	6	1	1	3	1	0	0	0	0	0	
	S												
18-19	E	11	5	2	1	2	1	0	2	1	0	0	
	S												
19-20	E	15	1	1	1	1	2	0	1	0	0	0	
	S												
20-21	E	6	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	S												
21-22	E	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	S												
22-23	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
23-24	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S												
PARCIAL:		241	91	42	20	48	28	1	17	14	2	21	

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING. RESPON. : \_\_\_\_\_

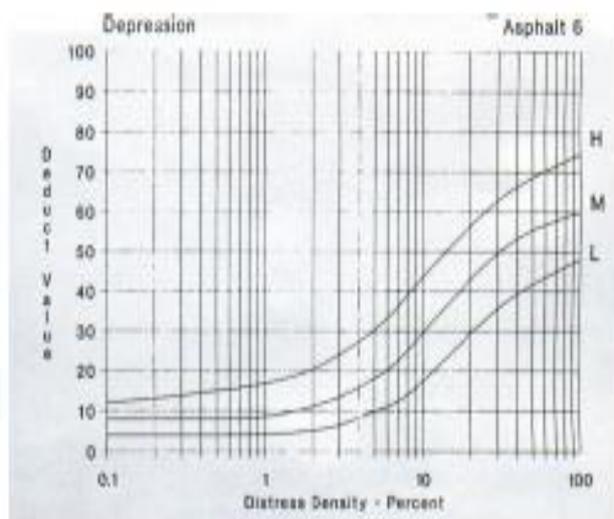
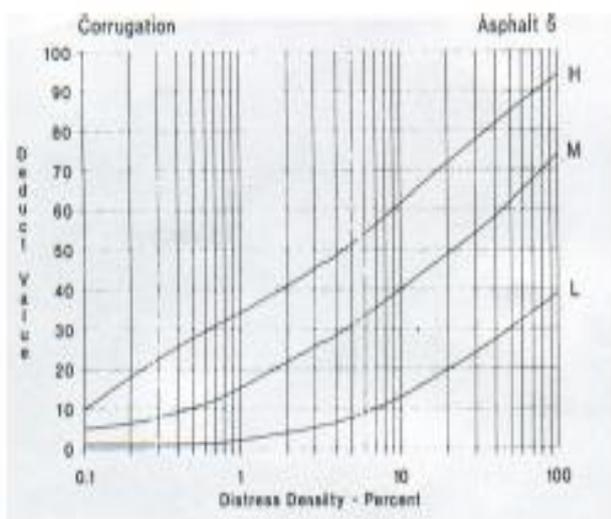
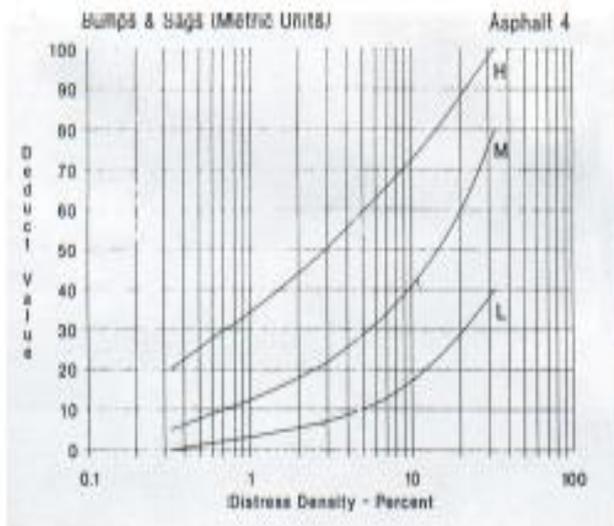
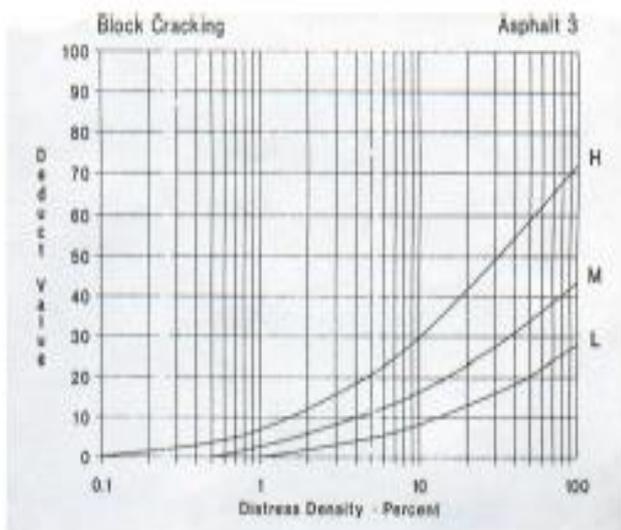
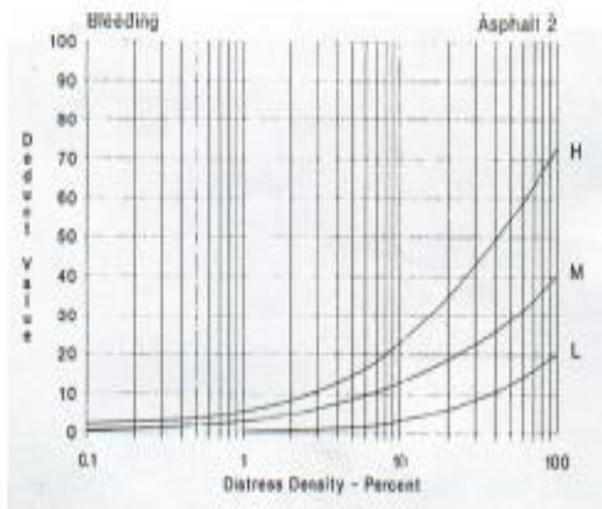
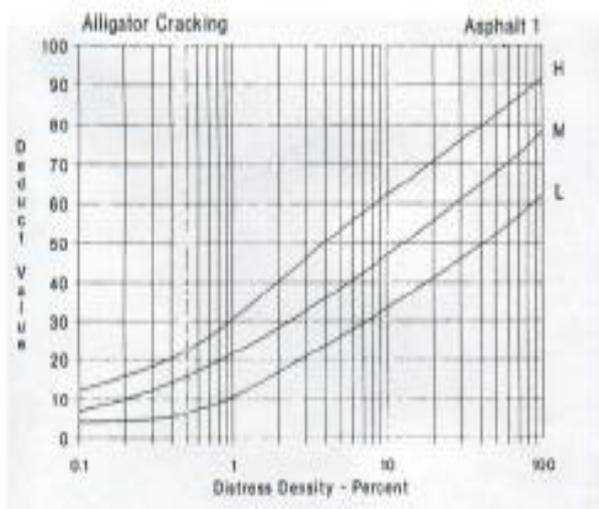
DIA		7										
ESTACION				CAPITAL DISTRITO DE PITIPO								
CODIGO DE LA ESTACION												
DIA Y FECHA		DOMINGO		27		4		2014				
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMITRAYER	TRAYLER
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	3S1/3S2	2T2
DIAGRA. VEH.												
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
01-02	E	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	S											
02-03	E	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	S											
03-04	E	2	0	2	0	1	1	0	2	0	0	0
	S											
04-05	E	3	0	1	0	1	1	0	1	2	0	0
	S											
05-06	E	5	1	2	0	2	1	0	0	1	0	0
	S											
06-07	E	12	5	3	1	4	1	0	2	1	0	0
	S											
07-08	E	18	7	4	2	3	2	0	0	2	0	0
	S											
08-09	E	22	6	3	1	2	2	0	1	0	0	1
	S											
09-10	E	19	6	2	2	2	1	0	0	1	0	2
	S											
10-11	E	14	7	3	1	3	2	0	1	1	0	2
	S											
11-12	E	16	6	1	1	4	1	0	0	1	1	2
	S											
12-13	E	16	8	3	2	4	3	0	1	0	0	3
	S											
13-14	E	16	8	4	1	5	4	0	1	1	0	3
	S											
14-15	E	18	11	3	2	3	2	0	1	0	0	3
	S											
15-16	E	12	7	2	3	3	1	0	1	0	0	1
	S											
16-17	E	13	3	2	1	2	2	1	2	1	1	2
	S											
17-18	E	12	6	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	S											
18-19	E	11	5	2	1	2	1	0	2	1	0	0
	S											
19-20	E	14	1	1	1	1	2	0	1	0	0	0
	S											
20-21	E	6	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	S											
21-22	E	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	S											
22-23	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
23-24	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S											
PARCIAL:		238	90	42	20	45	28	1	17	14	2	19

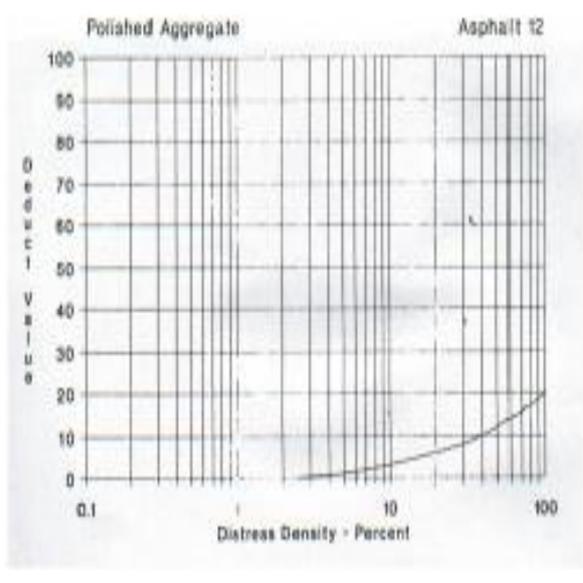
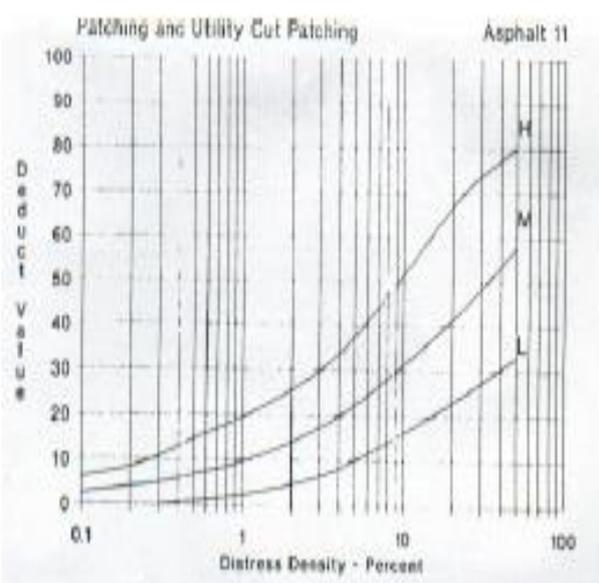
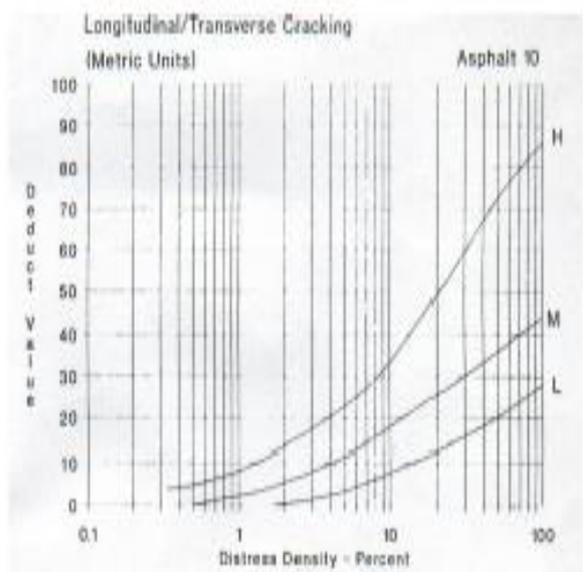
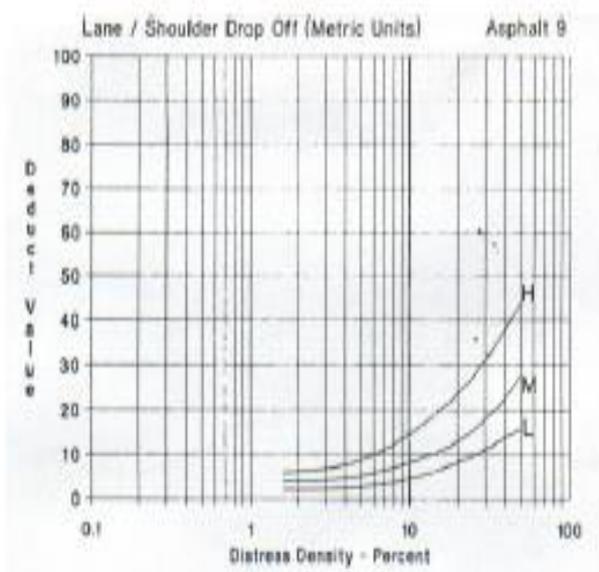
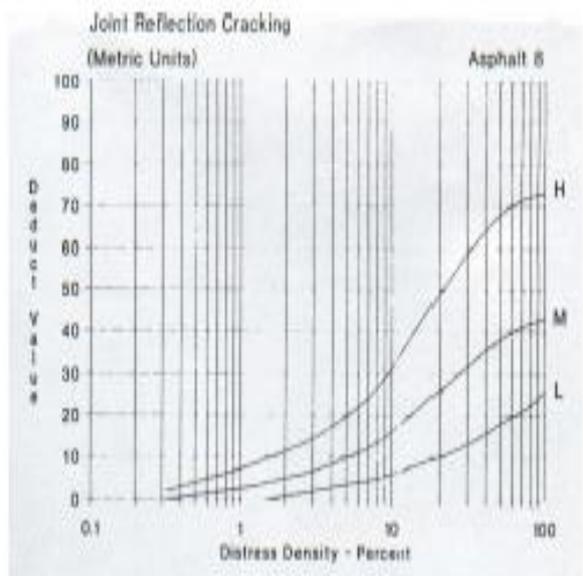
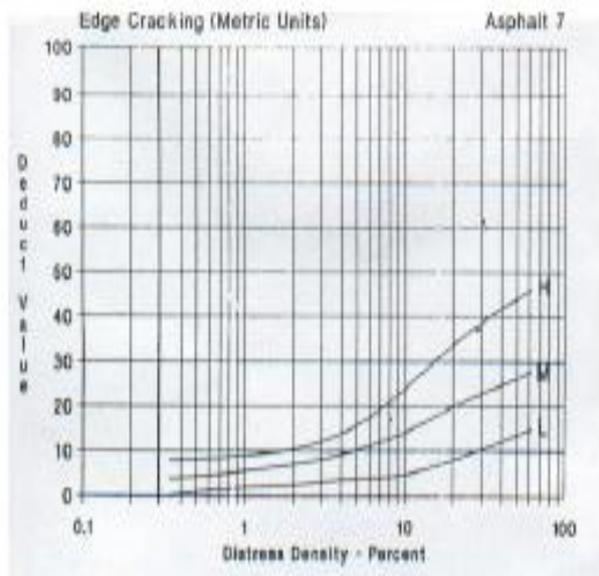
ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

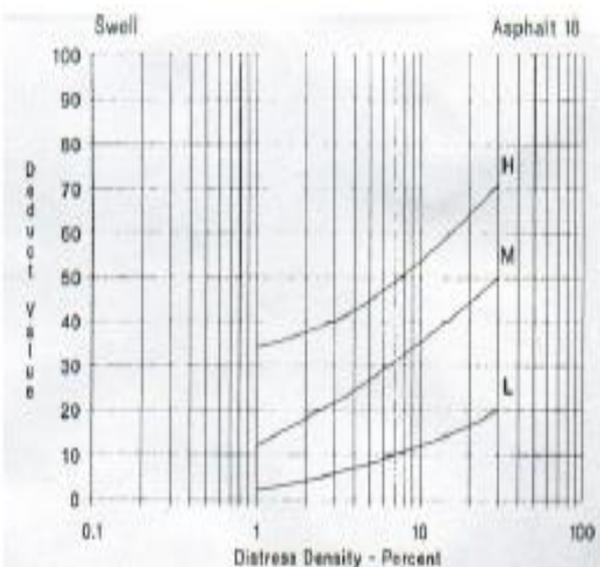
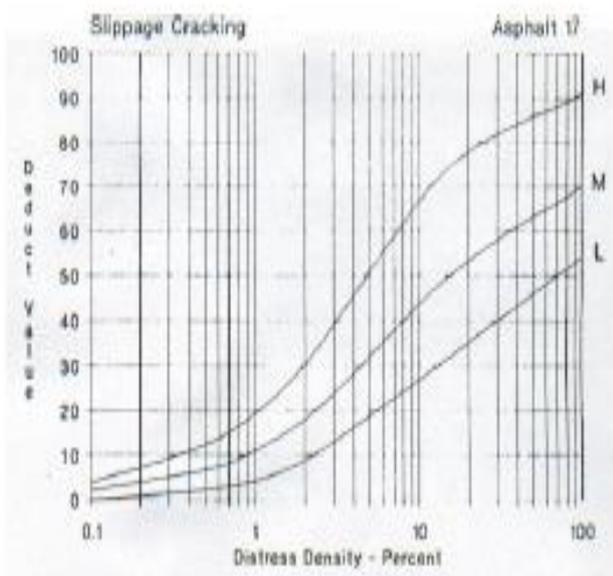
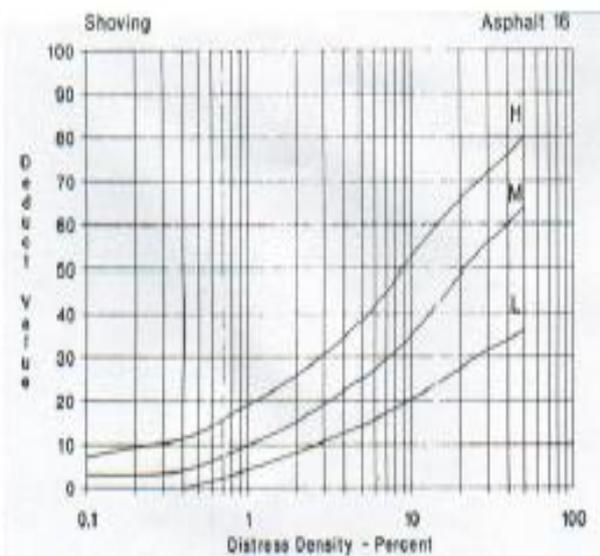
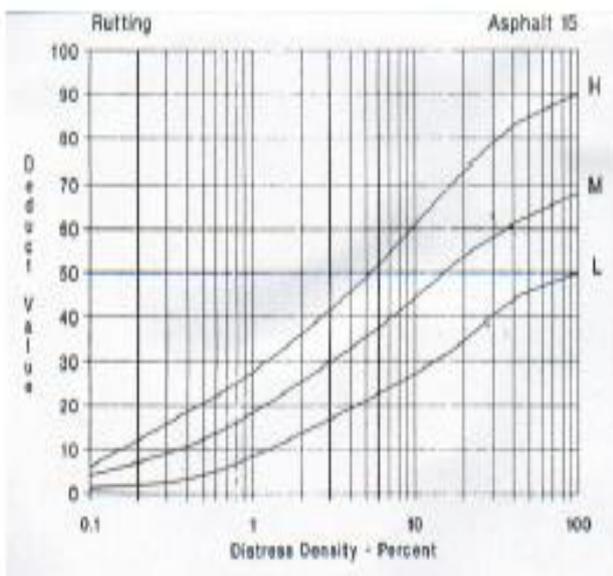
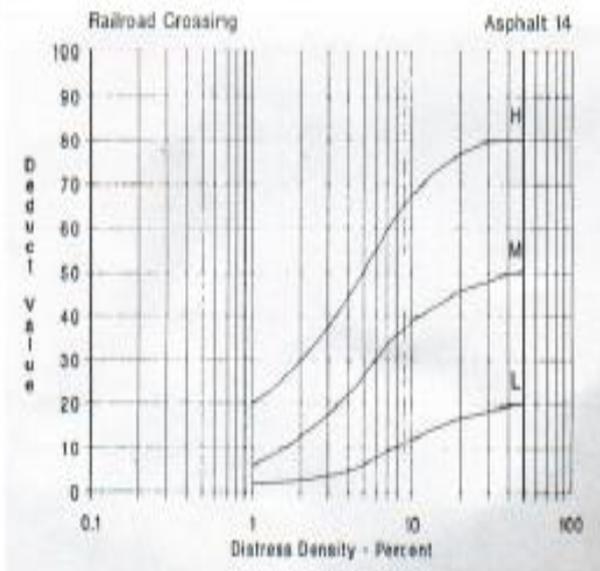
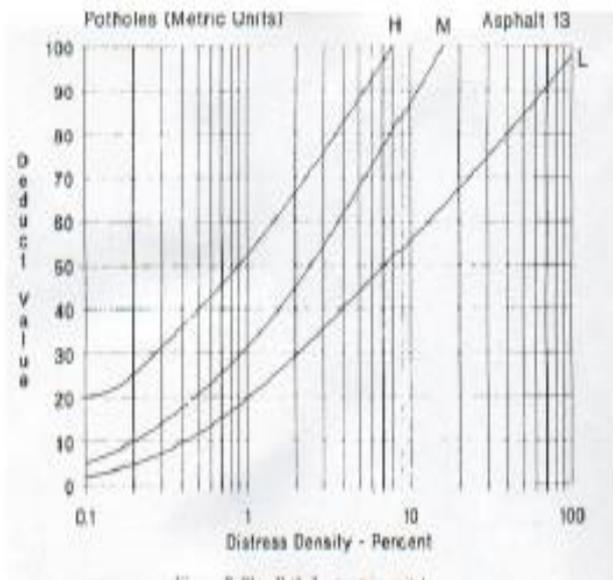
JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_

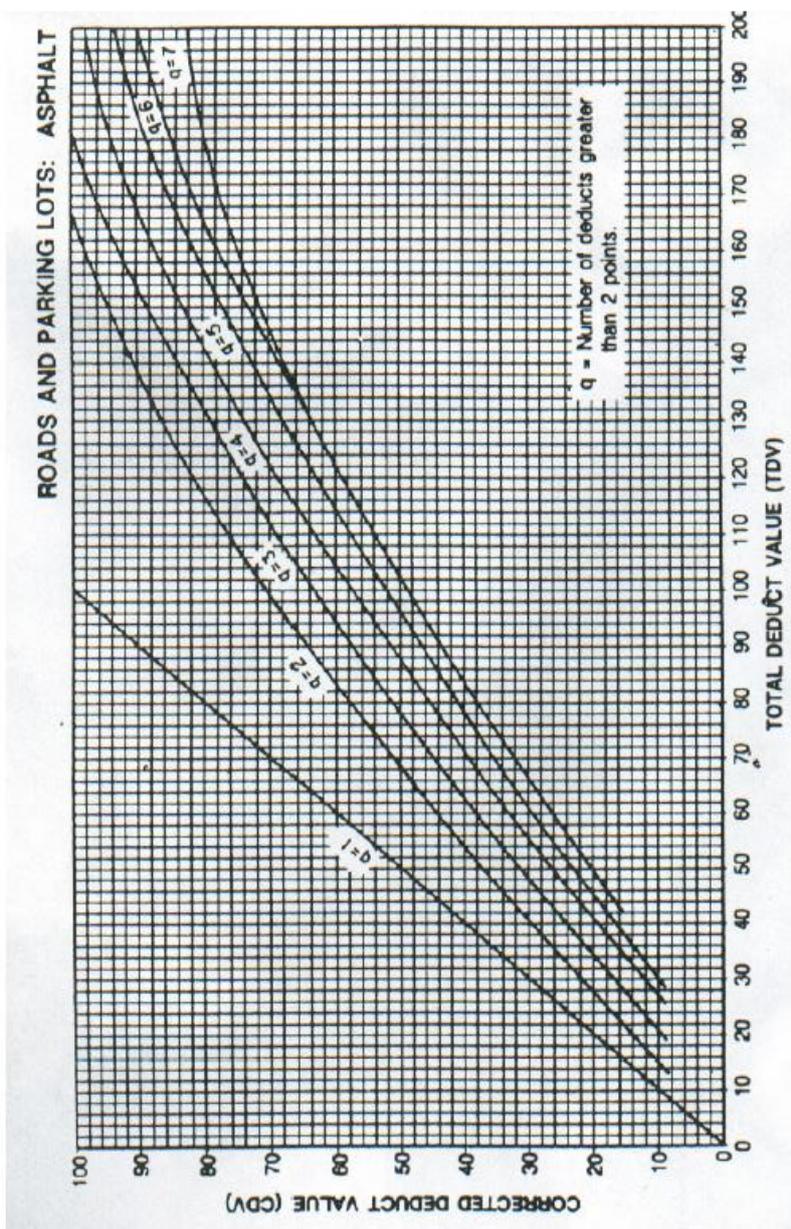
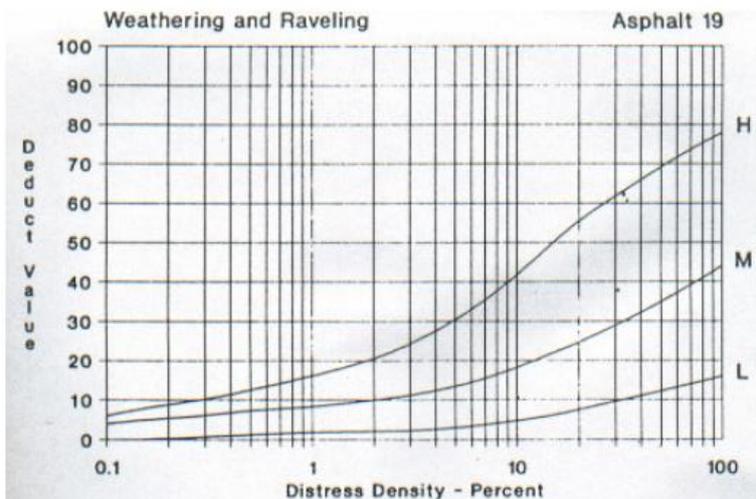
ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

**Anexo B: Curvas de valor deducido**









**Anexo C:** Fotografías de fallas

**IMÁGEN N° 4.07:** Calle Luis Heysen con intersección de la CA. Garcilaso de la vega y el PSJE-Pítipo, con presencia de patologías en el pavimento Flexible

**PIEL DE COCODRILO**

**Fuente:** Fotografía Propia

**PIEL DE COCODRILO**

**Fuente:** Fotografía Propia

### HUECO Y PIEL DE COCODRILO



**Fuente:** Fotografía Propia

### PARCHE DE CORTE UTILITARIO



**Fuente:** Fotografía Propia

**IMÁGEN N° 4.08:** CA.Manuel Seoane Corrales con interseccion de la CA. Garcilaso de la vega y el PSJE-Pitipo CA. con presencia de patologias en el pavimento Flexible.

### HUECO



**Fuente:** Fotografía Propia

### FISURA LONGITUDINAL



**Fuente:** Fotografía Propia

**IMÁGEN N° 4.09:** CA. Los Parques con interseccion de la CA. Manuel Seone Corrales y la CA. S/N, con presencia de patologias en el pavimento Flexible.

#### **FISURA LONGITUDINAL**



**Fuente:** Fotografía Propia

#### **DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS**



**Fuente:** Fotografía Propia

**IMÁGEN N° 4.10:** CA. Miguel Grau entre la CA.Garcilaso de la Vega y la CA.Los Parques, con presencia de patologías en el pavimento Flexible.

### **HUECO**



**Fuente:** Fotografía Propia

### **AHUELLAMIENTO**



**Fuente:** Fotografía Propia

**IMÁGEN N° 4.11:** AV. Garcilazo de la Vega con intersección de la CA. Manuel Seoane Corrales y la CA. S/N con presencia de patologías en el pavimento Flexible.

### PIEL DE COCODRILO Y HUECO



**Fuente:** Fotografía Propia



**Fuente:** Fotografía Propia

**Anexo D:** Fotografías de exploración en campo (calicatas)

**CALICATA N°01:** Se encuentra en la Av. Garcilaso de la Vega, con intersección a la CA. Manuel Seoane Corrales y la Av. Luis Heysen.



**CALICATA N°02:** Se encuentra en la CA. Luis Heysen, que está entre la Av. Garcilaso de la Vega y la CA. Miguel Grau.



**CALICATA N°03:** Se encuentra en la Av. Luis Heysen, con intersección a la CA. Los Parques.



**Anexo E: Fotografías de ensayo de laboratorio****Análisis Granulométrico por tamizado, contenido de humedad y Límites de Atterberg.**

### Ensayo de Sales solubles totales

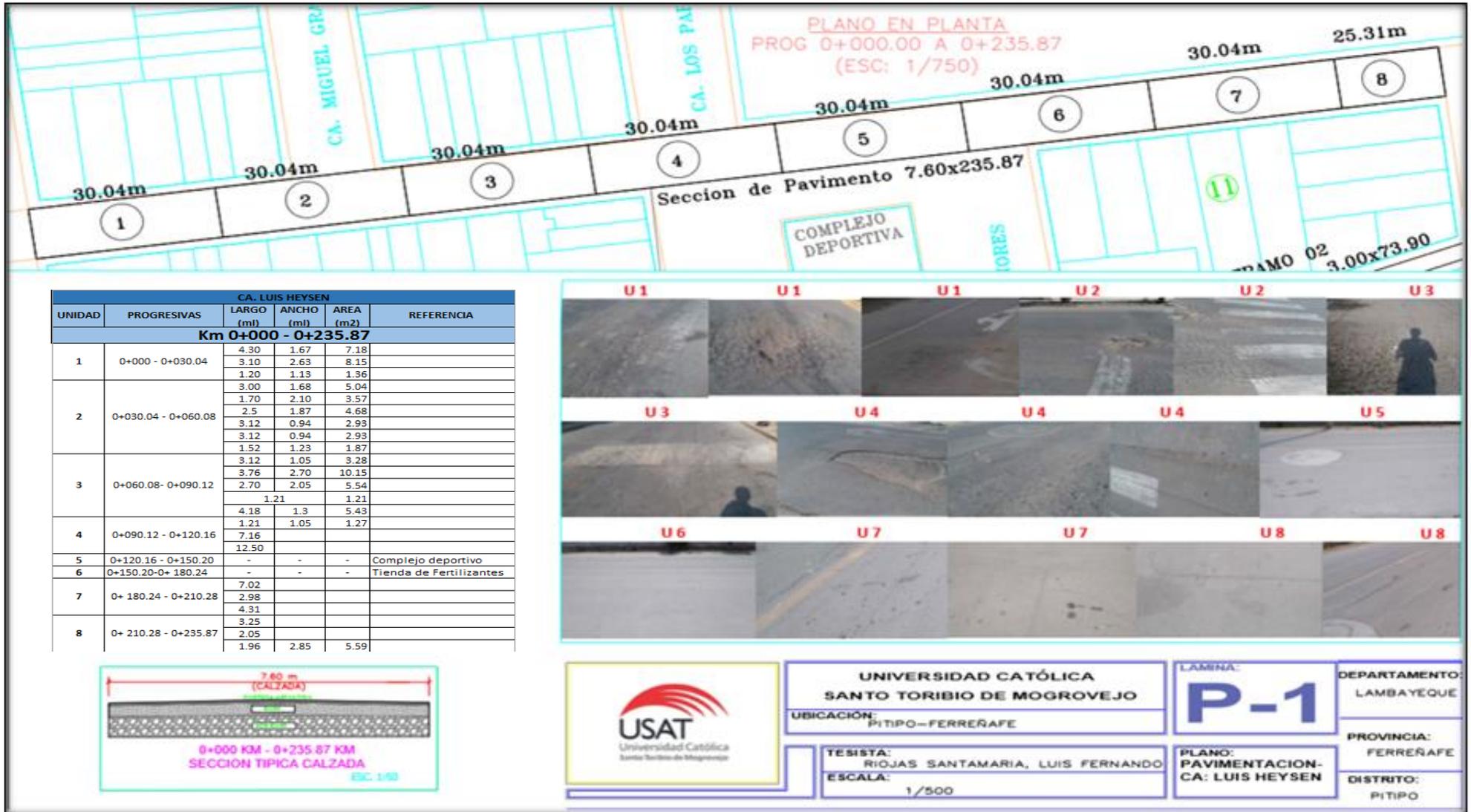


**Ensayo -Porcentaje (%) de equivalente de arena**

## Ensayo de Próctor modificado y CBR



Anexo F: Identificación de fallas por unidad de muestra en las calles de estudio.



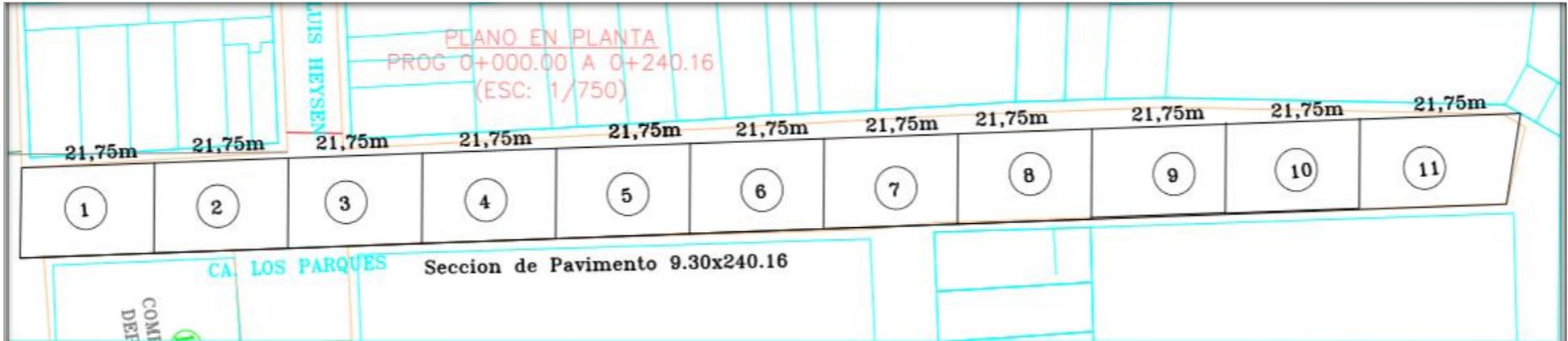


CA. MANUEL SEOANE CORRALES (TRAMO 1)					
UNIDAD	PROGRESIVAS	LARGO (ml)	ANCHO (m)	AREA (m2)	REFERENCIA
<b>Km 0+000 - 0+164.60</b>					
1	0+000 - 0+038.30	11.50	3.15	36.23	
		3.05			
		4.87			
2	0+038.30 - 0+076.6	5.67			
		6.45			
		3.2			
3	0+076.6 - 0+114.9	-	-	-	DEMUNA
4	0+114.9 - 0+153.2	-	-	-	Complejo deportivo
5	0+153.20 - 0+164.60	-	-	-	Complejo deportivo



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
UBICACIÓN: PITIPO-FERRERAPE  
TESISTA: RIOJAS SANTAMARIA, LUIS FERNANDO  
ESCALA: 1/500

LAMINA: **P-2**  
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE  
PROVINCIA: FERRERAPE  
DISTRITO: PITIPO



CA. LOS PARQUES					
UNIDAD	PROGRESIVAS	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	REFERENCIA
<b>Km 0+000 - 0+240.16</b>					
1	0+000 - 0+021.75	4.98			
		3.97			
		4.75			
		3.95	3.97	15.68	
2	0+021.75 - 0+043.5	1.35	1.23	1.66	
		1.89	0.15	0.28	
		2.25	0.45	1.01	
		1.85	0.23	0.43	
3	0+043.5 - 0+065.25	-	-	-	
4	0+065.25 - 0+87.00	-	-	-	Molino
5	0+87.00 - 0+108.75	-	-	-	Molino
6	0+108.75 - 0+130.50	-	-	-	Molino
7	0+130.50 - 0+152.25	-	-	-	Molino
8	0+152.25 - 0+174.00	-	-	-	Ferreteria
9	0+174.00 - 0+195.75	-	-	-	
10	0+195.75 - 0+217.50	-	-	-	Colegio Primario
11	0+217.5 - 0+240.16	-	-	-	I.E."11034"



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

UBICACIÓN: PÍTIPO-FERREÑAFE

TESISTA: RIOJAS SANTAMARIA, LUIS FERNANDO

ESCALA: 1/500

LAMINA:  
**P-3**

PLANO:  
PAVIMENTACION-  
CA: LOS PARQUES

DEPARTAMENTO:  
LAMBAYEQUE

PROVINCIA:  
FERREÑAFE

DISTRITO:  
PÍTIPO



CA. MIGUEL GRAU					
UNIDAD	PROGRESIVAS	LARGO (ml)	ANCHO (ml)	AREA (m2)	REFERENCIA
<b>Km 0+000 - 0+231.59</b>					
1	0+000 - 0+021.75	-	-	-	
2	0+021.75 - 0+043.5	-	-	-	
3	0+043.5 - 0+065.25	-	-	-	
4	0+065.25 - 0+87.00	-	-	-	
5	0+87.00 - 0+108.75	-	-	-	
6	0+108.75 - 0+130.50	2.30	0.34	0.78	
7	0+130.50 - 0+152.25	-	-	-	
8	0+152.25 - 0+174.00	-	-	-	
9	0+174.00 - 0+195.75	-	-	-	
10	0+195.75 - 0+217.50	5.70	-	-	
		6.87	-	-	
		2.60	-	-	
		4.50	5.50	24.75	
11	0+217.5 - 0+231.59	-	-	-	



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
 SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

UBICACIÓN:  
 PITIPO—FERREÑAFE

TESISTA:  
 RIOJAS SANTAMARIA, LUIS FERNANDO

ESCALA:  
 1/500

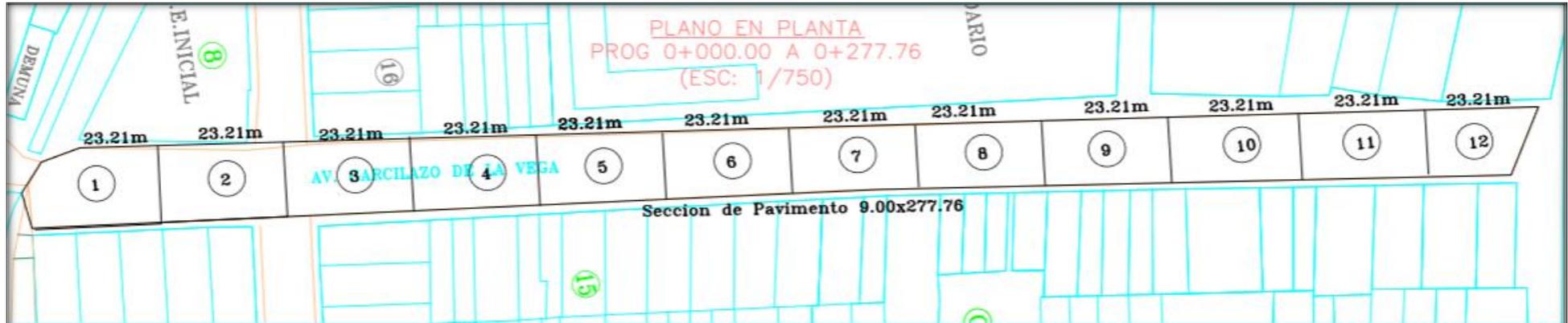
LAMINA:  
**P-4**

PLANO:  
 PAVIMENTACION-  
 CA: MIGUEL GRAU

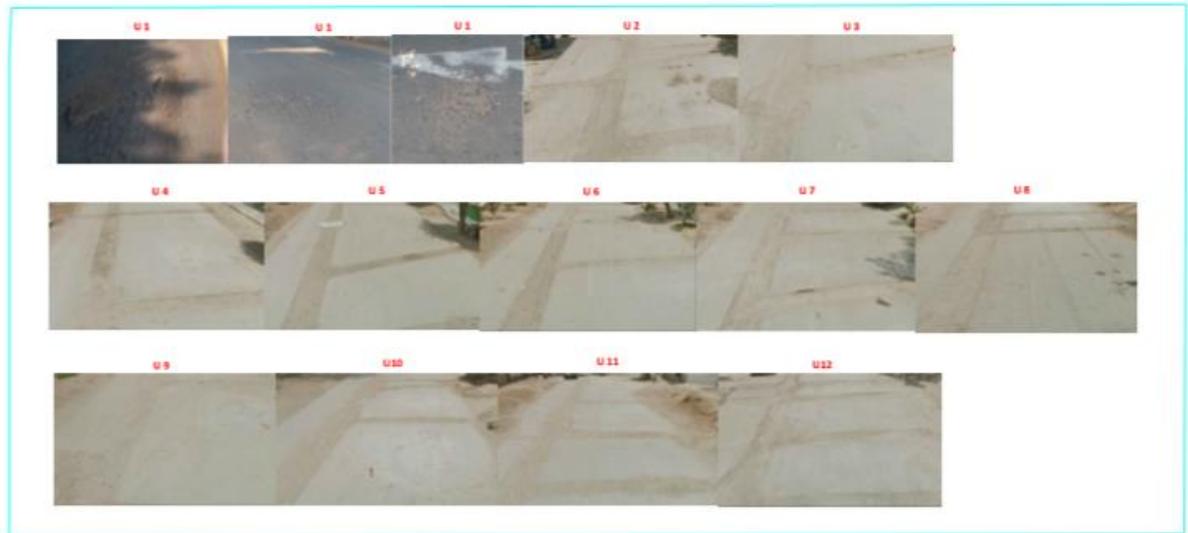
DEPARTAMENTO:  
 LAMBA YEQUE

PROVINCIA:  
 FERREÑAFE

DISTRITO:  
 PITIPO



CA. GARCILAZO DE LA VEGA					
UNIDAD	PROGRESIVAS	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	REFERENCIA
<b>Km 0+000 - 0+277.76</b>					
1	0+000 - 0+023.21	-	-	-	Paradero de Pitipo Asc- San Martin
2	0+023.21- 0+046.42	2.45	1.96	4.80	Colegio Inicial -I.E."103"
		2.35	2.52	5.92	
		0.89	0.94	0.84	
3	0+046.42- 0+069.63	-	-	-	Restaurant "Las 4 Esquinas"
4	0+069.63- 0+092.84	-	-	-	
5	0+092.84 - 0+116.05	-	-	-	Colegio Secundario- I.E."Amalia Campos de Belevan"
6	0+116.05-0+ 139.26	-	-	-	
7	0+ 139.26 - 0+162.47	-	-	-	
8	0+ 162.47 - 0+185.68	-	-	-	
9	0+ 185.68 - 0+208.89	-	-	-	
10	0+ 208.89- 0+232.10	-	-	-	
11	0+ 232.10 - 0+255.31	-	-	-	
12	0+ 255.31 - 0+277.76	-	-	-	



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
UBICACIÓN:  
PITIPO-FERREÑAFE

TESISTA:  
RIOJAS SANTAMARIA, LUIS FERNANDO  
ESCALA:  
1/500

LAMINA:  
**P-5**

PLANO:  
PAVIMENTACION-  
CA: GARCILAZO  
DE LA VEGA

DEPARTAMENTO:  
LAMBAYEQUE

PROVINCIA:  
FERREÑAFE

DISTRITO:  
PITIPO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
UBICACIÓN:  
PITIPÓ-FERREÑAFE

TESISTA:  
RIOJAS SANTAMARIA, LUIS FERNANDO  
ESCALA:  
1/500

LAMINA:  
**P-6**

PLANO:  
PAVIMENTACION-  
CA: J.HONORES

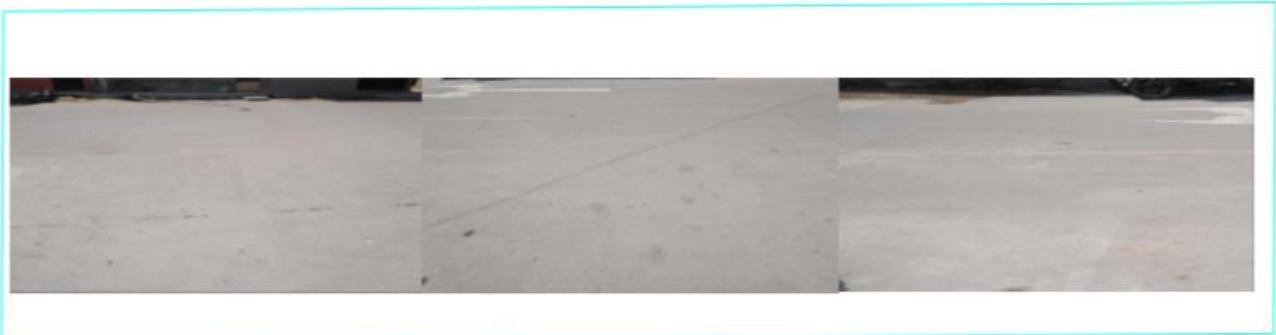
DEPARTAMENTO:  
LAMBAYEQUE  
PROVINCIA:  
FERREÑAFE  
DISTRITO:  
PITIPÓ

PLANO EN PLANTA  
 PROG 0+000.00 A 0+027.788  
 (ESC: 1/750)

LONG DE VIA - 27.788m

HEYSEN

PSJE. PITIPO



<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> <b>SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b>	
UBICACIÓN: PITIPO-FERREÑAFE	
TESISTA: RIOJAS SANTAMARIA, LUIS FERNANDO	ESCALA: 1/500

LAMINA: <b>P-7</b>
PLANO: PAVIMENTACION- PSJE PITIPO

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA: FERREÑAFE
DISTRITO: PITIPO

**Anexo G:** Puntos específicos para la exploración a cielo abierto (calicatas)

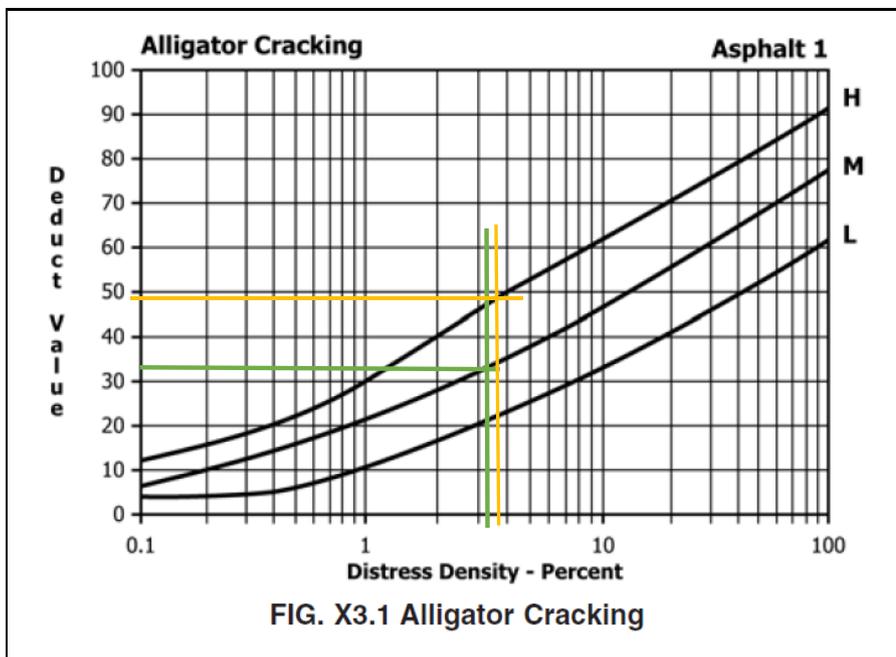


**Anexo H:** Resultados de la gráfica de “Valores deducidos”

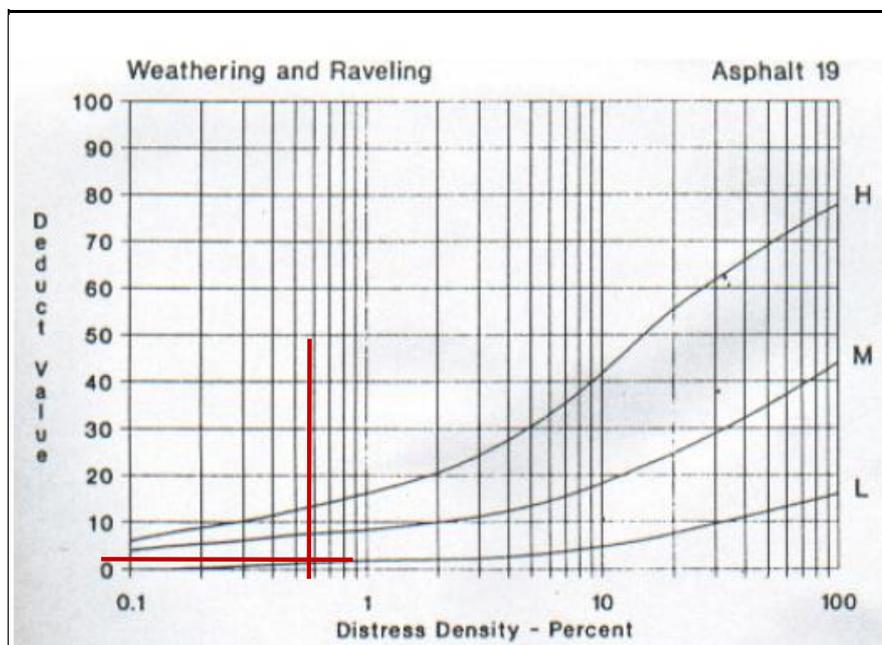
**Av. LUIS HEYSEN (Km 0+000 - 0+235.87)**

**RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U1**

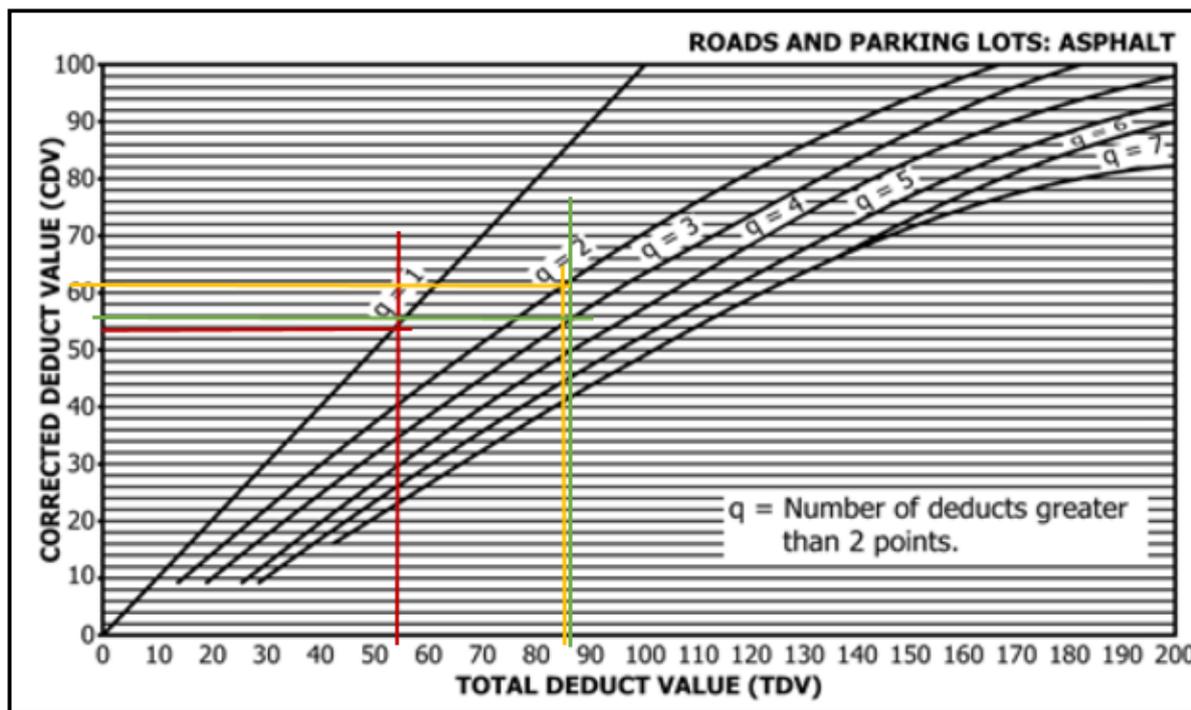
Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Piel de Cocodrilo”.



Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Desprendimiento de agregados”.



Suma de valores deducidos totales (TDV) vs Número de Valores Deducidos (q) Para obtener el “Valor deducido corregido (CDV)” con la gráfica correspondiente al pavimento con superficie asfáltica

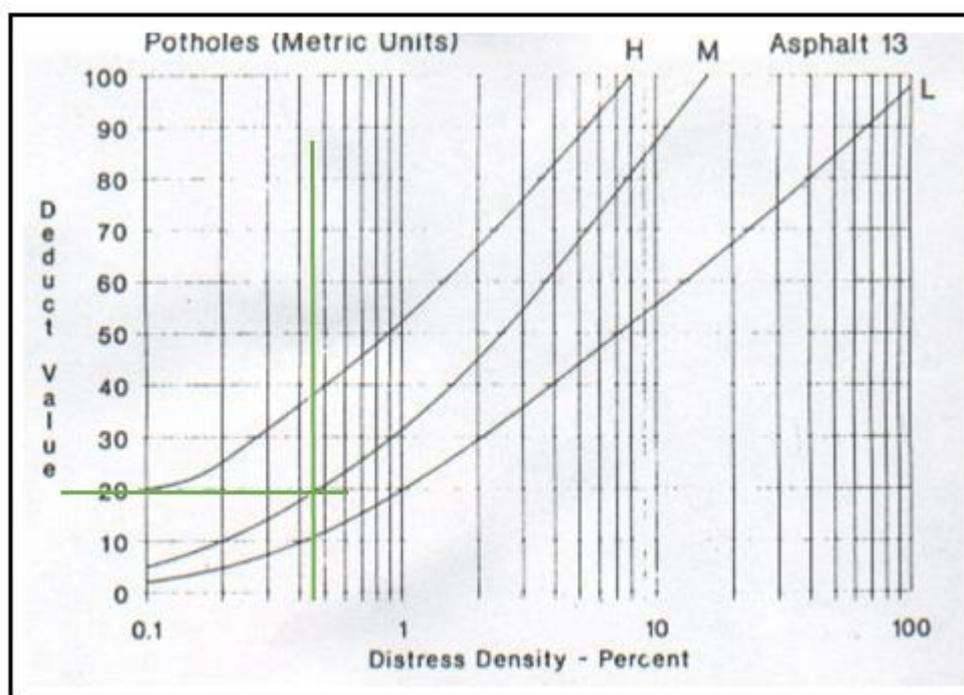


**CALLE: MANUEL SEOANE CORRALES-TRAMO 1**

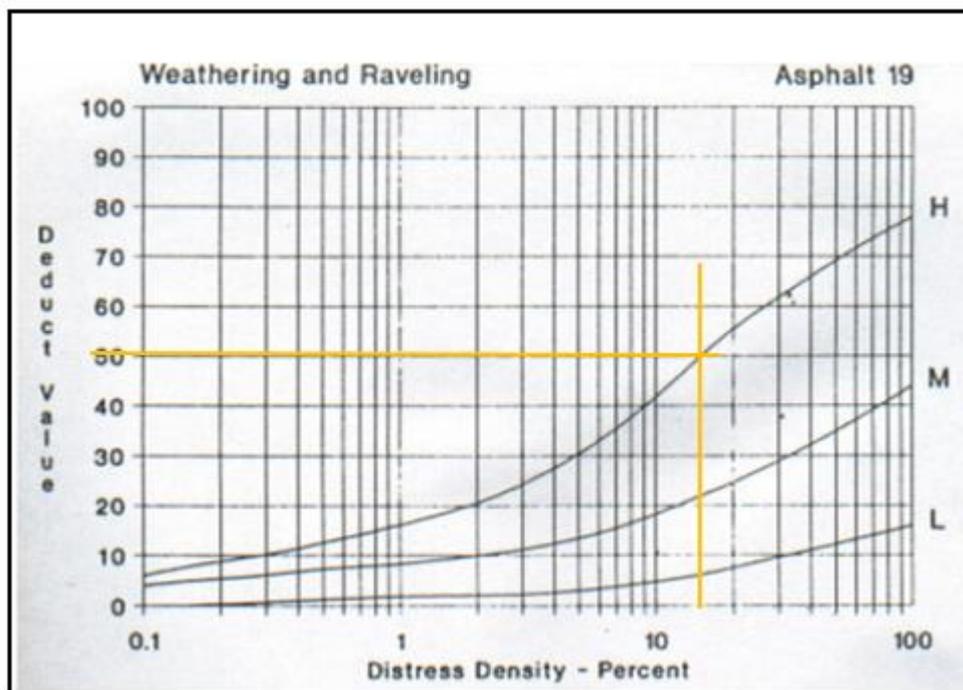
**(Km 0+000 - 0+164.60)**

**RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U1**

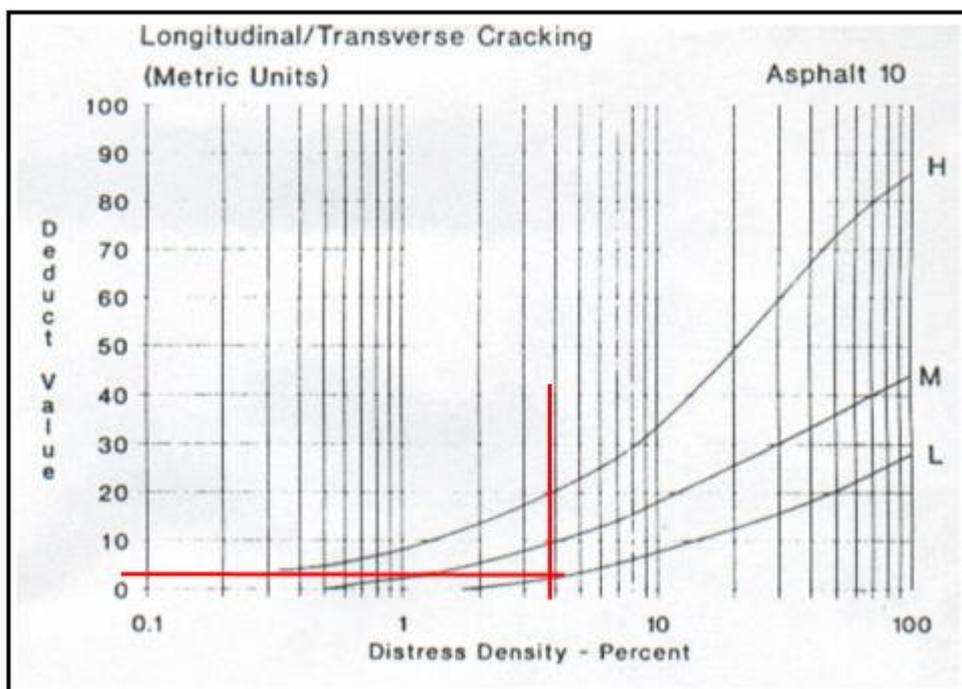
Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Huecos”.



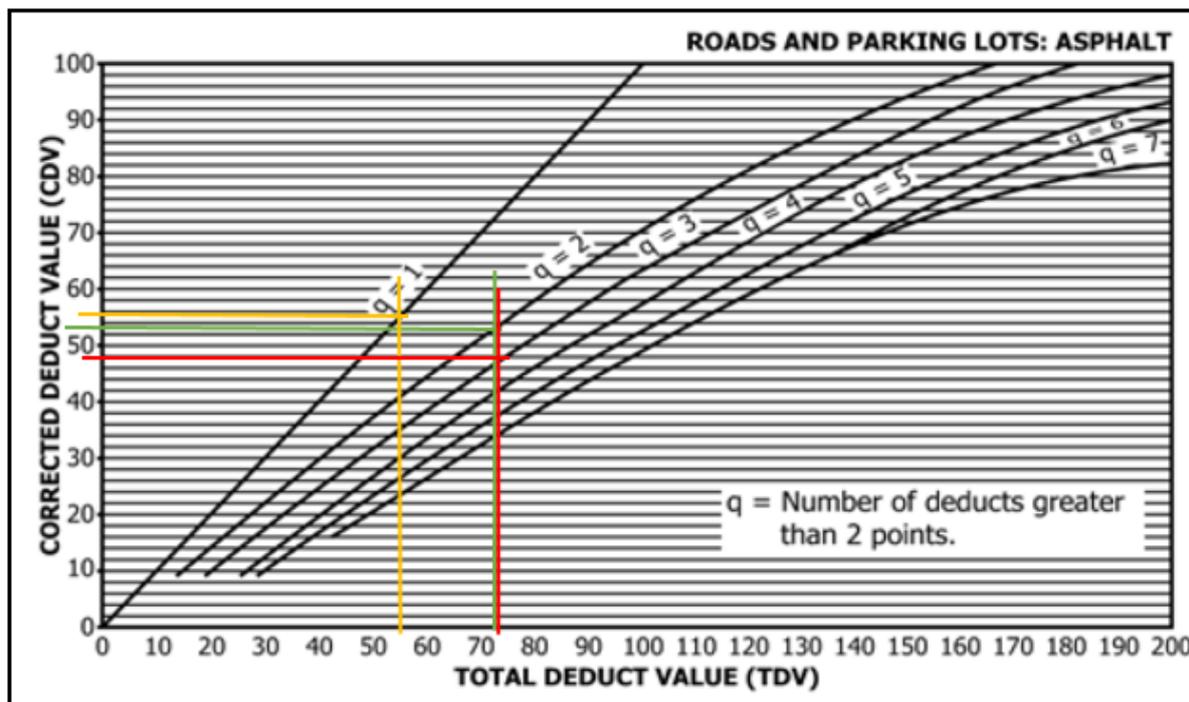
Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Desprendimiento de agregados”.



Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Grietas longitudinales y transversales”.



Suma de valores deducidos totales (TDV) vs Número de Valores Deducidos (q) Para obtener el “Valor deducido corregido (CDV)” con la gráfica correspondiente al pavimento con superficie asfáltica

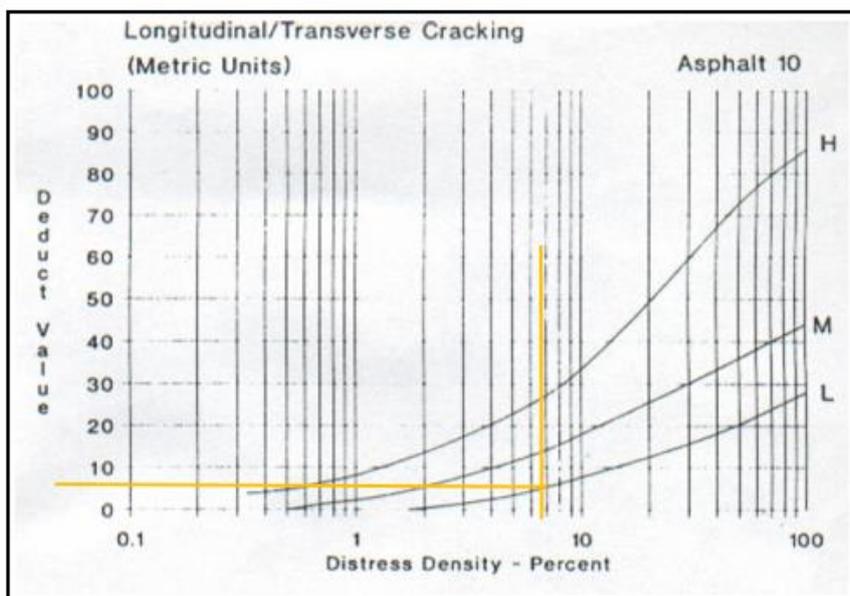


**CALLE: LOS PARQUES**

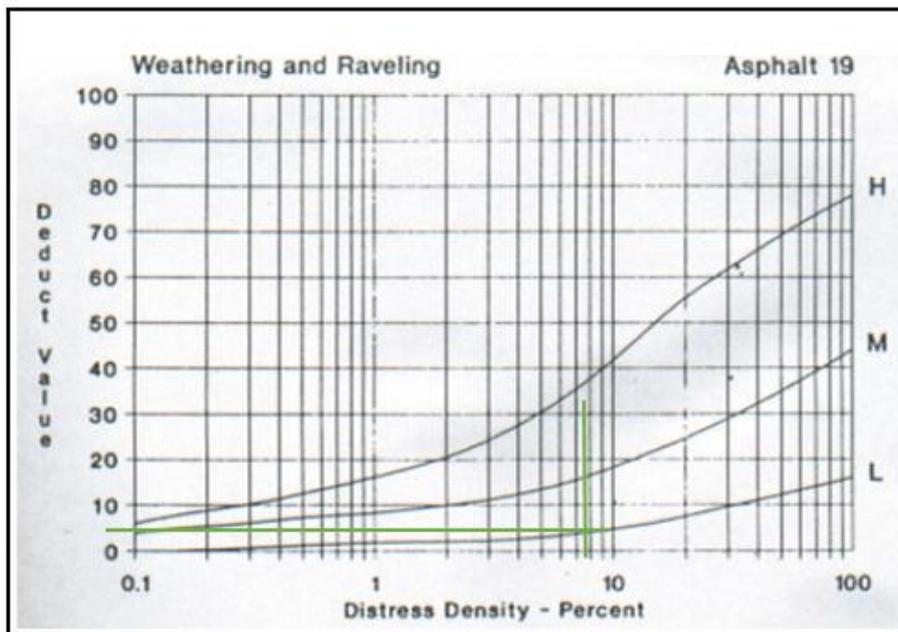
**(Km 0+000 - 0+ 231.59)**

**RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U1**

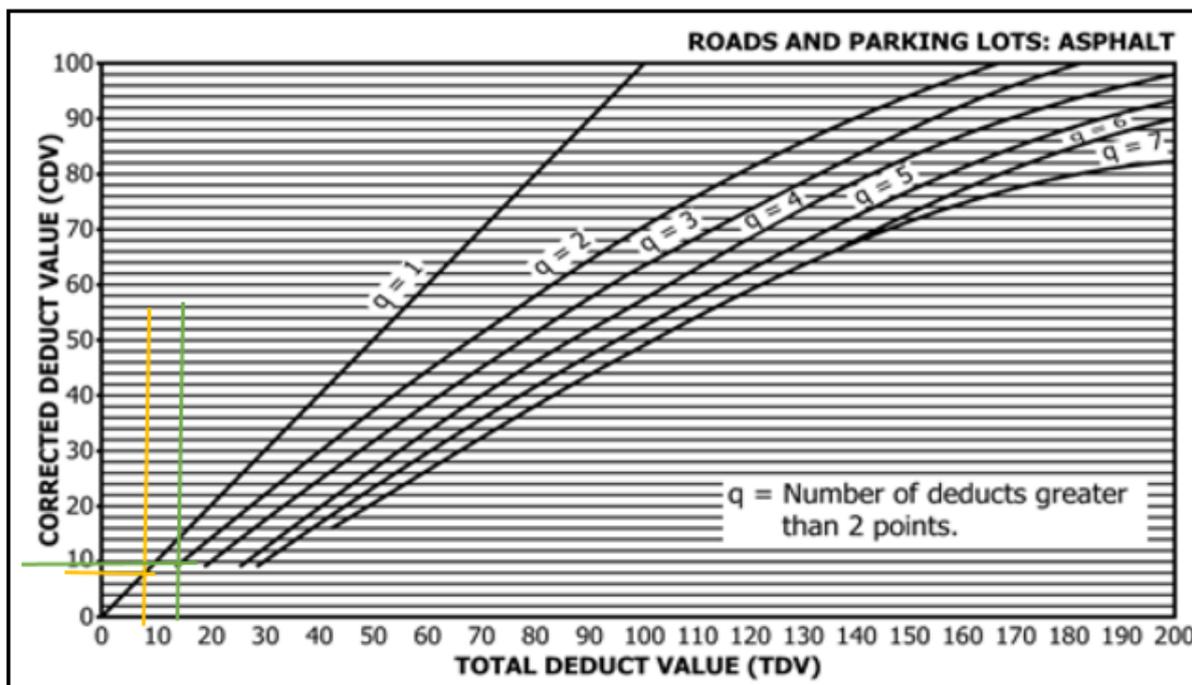
Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Grietas longitudinales y transversales”.



Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Desprendimiento de agregados”.



Suma de valores deducidos totales (TDV) vs Número de Valores Deducidos (q) Para obtener el “Valor deducido corregido (CDV)” con la gráfica correspondiente al pavimento con superficie asfáltica

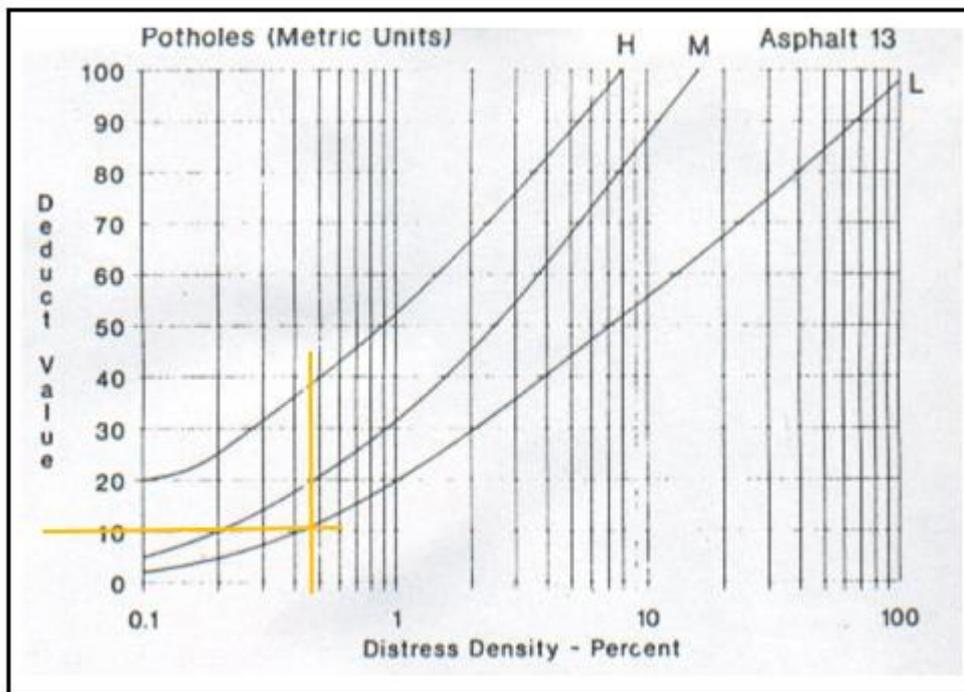


**CALLE: MIGUEL GRAU**

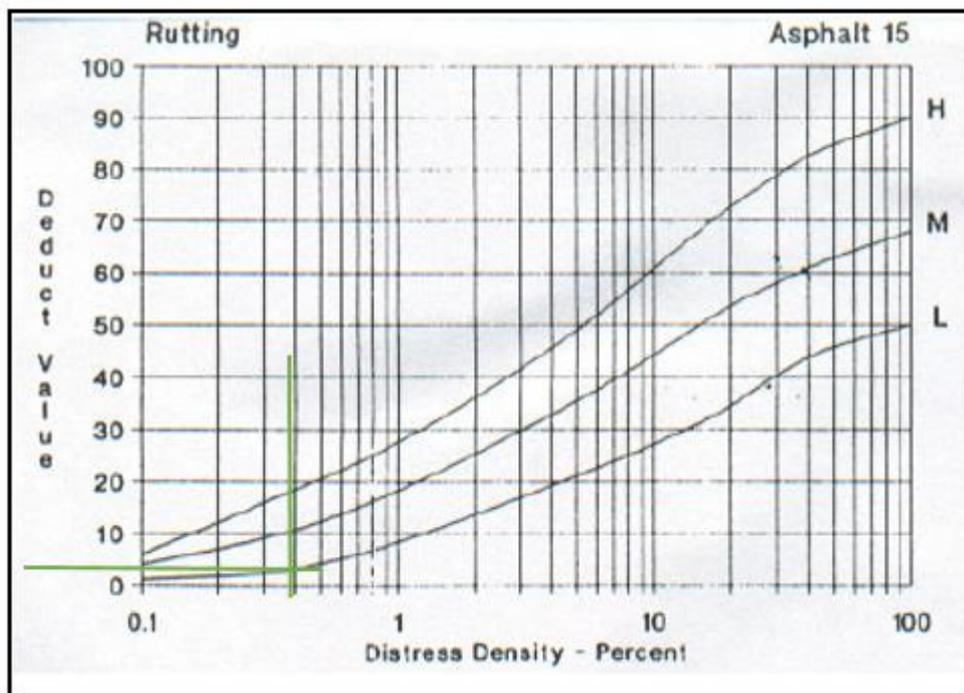
**(Km 0+000 - 0+ 240.16)**

**RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U5**

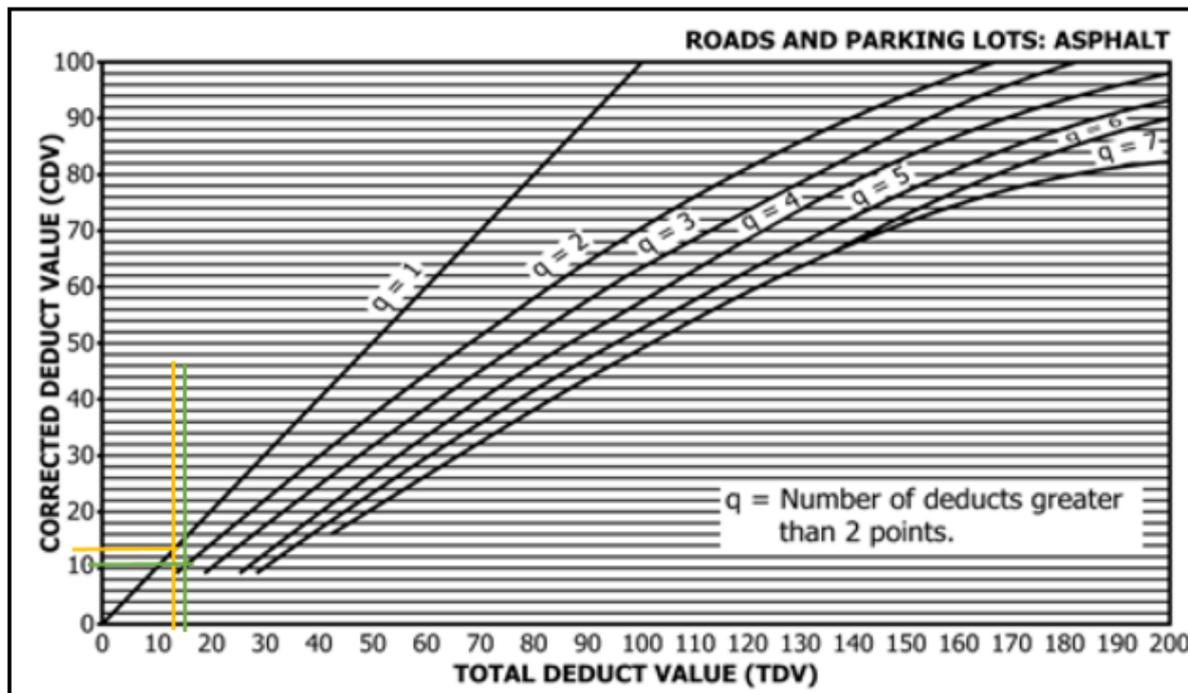
Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Huecos”.



Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Ahuellamiento”.



Suma de valores deducidos totales (TDV) vs Número de Valores Deducidos (q) Para obtener el “Valor deducido corregido (CDV)” con la gráfica correspondiente al pavimento con superficie asfáltica

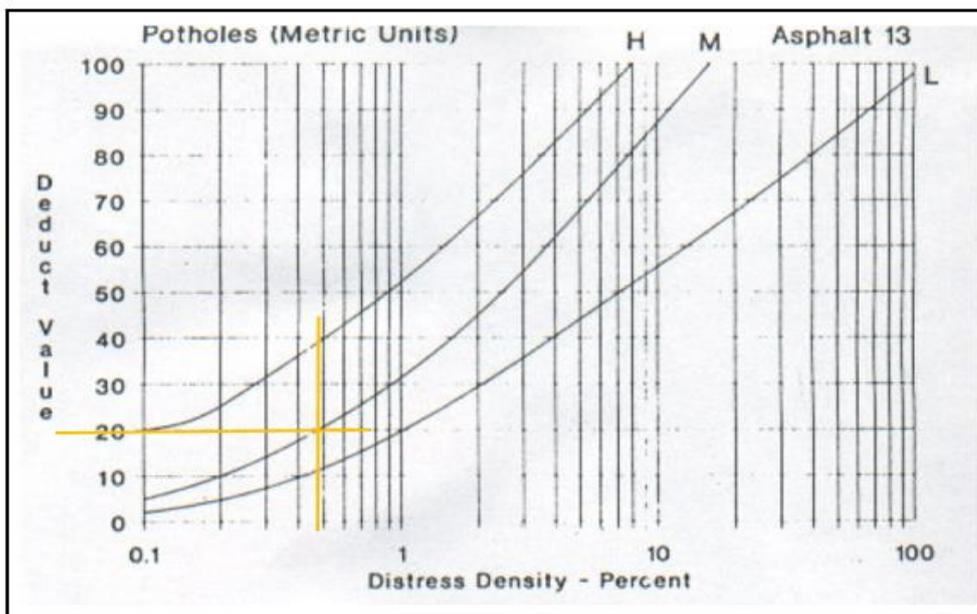


**CALLE: GARCILASO DE LA VEGA**

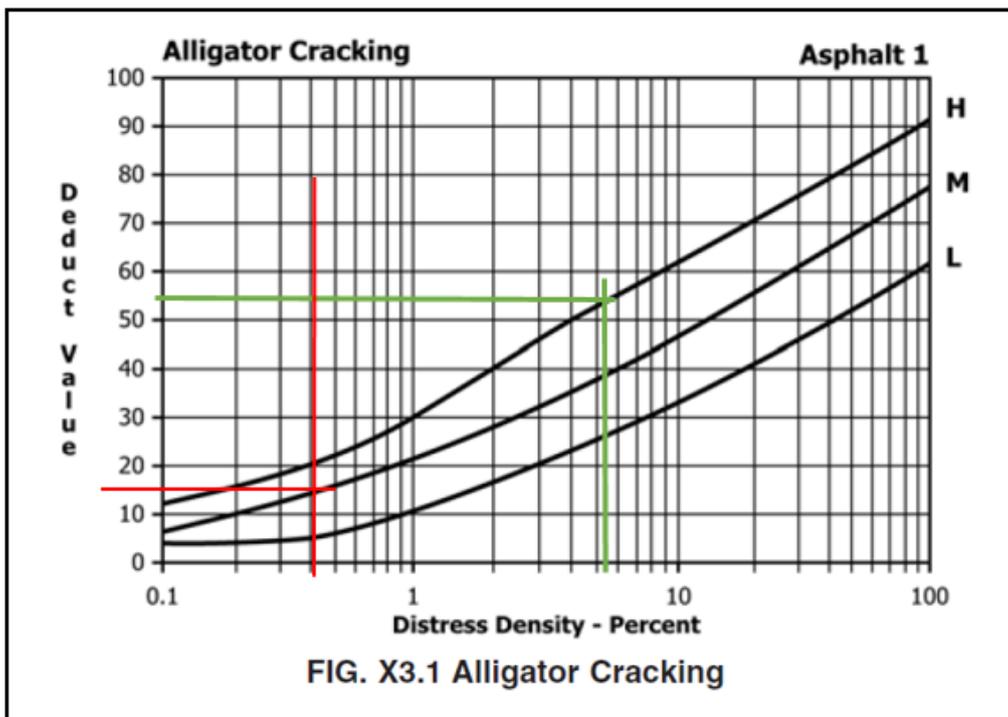
**(Km 0+000 - 0+ 277.76)**

**RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA U1**

Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Huecos”.



Densidad (%) vs Nivel de Severidad Para obtener el “Valor Deducido” con la gráfica correspondiente al tipo de falla “Piel de Cocodrilo”.



Suma de valores deducidos totales (TDV) vs Número de Valores Deducidos (q) Para obtener el “Valor deducido corregido (CDV)” con la gráfica correspondiente al pavimento con superficie asfáltica

