



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TITULO DE LA TESIS:

DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS
PATOLOGIAS DEL ASFALTO PARA OBTENER EL
INDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO Y CONDICION OPERACIONAL DE LA
SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRON
FRANCISCO BOLOGNESI DEL DISTRITO DE SATIPO,
PROVINCIA DE SATIPO, REGION JUNÍN, ENERO – 2017

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

AUTOR:

BACH. AQUINO ALIAGA JUAN GUSTAVO

ASESOR:

ING. DENNYS ORTIZ LLANTO

SATIPO – PERÚ

2017

Hoja de firma del jurado

Ing. Francisco Eli Oropeza Ascarza

Presidente

Ing. Juan Gabriel Dionisio Isla

Secretario

Ing. Geovany Vílchez Casas

Miembro

Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimientos

A Dios, por darme la sabiduría, el conocimiento y la salud, los cuales me permitieron ser capaz de resolver las adversidades de la vida y realizar el presente estudio de investigación.

A mis padres, por el apoyo incondicional y económico que me dieron durante mis estudios y la confianza que depositan en mí.

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote

Por permitirme que hiciera de esta Institución mi segundo hogar, y por haberme albergado en sus aulas.

A los Docentes, por los conocimientos adquiridos, por ayudarme, compartir experiencias y motivarme a alcanzar esta meta.

A mis compañeros y amigos, a los que me acompañaron y apoyaron durante 5 años a llegar a esta etapa de felicidad, la graduación como Ingeniero Civil.

Dedicatoria

A Dios, por darme la vida y oportunidad de luchar para alcanzar mis metas, iluminando mí camino en cada instante.

A mi madre Cecilia Aliaga, por darme su apoyo incondicional en todos los momentos difíciles de mi vida, por darme su amor, que ha sido el mejor alimento para alcanzar mis metas, por ser mi amiga y darme ánimos de seguir adelante. Gracias por ser el mejor ejemplo.

A mis Hermanos Jimmy y Kevin por su apoyo, aliento y ser el motivo que me impulsa a seguir adelante y poder desarrollarme profesionalmente. ¡Gracias hermanos por todo ello y seguir conmigo siempre!

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional del pavimento flexible del Jirón Francisco Bolognesi. Trescientos doce metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía.

La tesis se ha dividido en cinco capítulos, donde se detalla los antecedentes e historia de los pavimentos en la vida diaria de la población, **en el cual se plantea el siguiente problema**, ¿En qué medida la determinación y evaluación de las Patologías del Asfalto nos permitirá obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento y Condición Operacional de la superficie del Pavimento flexible del jirón Francisco Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región Junín, los objetivos a alcanzar, la justificación del estudio y explicar **La metodología de investigación** empleada.

Asimismo, se presentan las conclusiones, la cual se resume en que la unidad de muestra U-01 inspeccionada presenta un pavimento en estado bueno (PCI igual a 66), después le sigue la unidad de muestra U-02 en un estado malo (PCI igual a 34). Finalmente, la unidad de muestra U-03 hace referencia a un pavimento de estado regular (PCI igual a 52).

Palabras clave: Patologías, tipos de fallas y patologías del asfalto

Abstract

This present thesis aims to apply the PCI method to determine the index of the structural integrity of the flexible pavement and operational condition at AV. Francisco Bolognesi. Three hundred and thirty-twelve linear meters of track have been studied in detail to identify existing gaps and quantify the State of the road.

The thesis has divided in five chapters, where the precedents are detailed and tells the history of the pavements in the daily life of the population, in which the following problem appears, in what measure the determination and evaluation of the Pathologies of the Asphalt will allow us to obtain the Index of Structural Integrity of the Pavement and Operational Condition of the surface of the tracks in the shred Francisco Bolognesi of Satipo's District, Satipo's Province.

Likewise they present the conclusions, which is summarized in that the unit of sample U-01 inspected presents a pavement in good condition (equal PCI to 66), later follows the unit of sample U-02 in a bad condition (equal PCI to 34). Finally, the unit of sample U-03 refers to a pavement of regular condition (equal PCI to 52).

Keyword: Pathologies, types of faults and pathologies of the asphalt.

Contenido

1. Título de la tesis	i
2. Hoja de firma del jurado	ii
3. Hoja de agradecimiento y /o dedicatoria	
3.1 Agradecimiento.....	iii
3.2 Dedicatoria.....	iv
4. Resumen y abstract	
4.1 Resumen.....	v
4.2 Abstract	vi
5. Contenido	vii
6. Índice de figuras y tablas	ix
I. Introducción	01
II. Revisión de literatura	05
2.1. Antecedentes	
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	05
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	17
2.2. Bases Teóricas de la Investigación.....	24
2.2.1. Pavimentos.....	24
2.2.2. Clasificación de Pavimentos.....	25
2.2.3. Método PCI (<i>Pavement Condition Index</i>).....	27
III. Metodología	
3.1. Diseño de la investigación.....	80
3.2. Población y muestra.....	82
3.3. Definición y Operacionalización de las variables.....	84

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.....	85
3.5. Plan de análisis.....	85
3.6. Matriz de consistencia.....	87
3.7. Principios éticos.....	89
IV. Resultados	
4.1. Resultados.....	90
4.2. Resumen de resultados.....	113
4.3. Análisis de resultados.....	114
V. Conclusiones	
Conclusiones.....	117
VI. Recomendaciones	
Recomendaciones.....	118
Referencias bibliográficas.....	119
Anexos.....	124
Anexo A: Curvas de valor deducido.....	132
Anexo B: Fotografías de fallas y análisis de datos de campo.....	136

Índice de figuras y tablas

Índice de figuras:

<i>Figura 01.</i> Proceso constructivo del pavimento flexible.....	05
<i>Figura 02.</i> Vista de calle de pavimento flexible (Ecuador).....	05
<i>Figura 03.</i> Proceso constructivo del pavimento flexible (Bolivia).....	06
<i>Figura 04.</i> Elementos básicos de prácticas tradicionales y tendencias actuales de ingeniería de pavimentos.....	07
<i>Figura 05.</i> Evaluación 01 de índice de condición de pavimentos (PCI).....	15
<i>Figura 06.</i> Evaluación 02 de índice de condición de pavimentos (PCI).....	16
<i>Figura 07.</i> Condición del pavimento de forma estadística.....	23
<i>Figura 08.</i> Estructura del pavimento flexible.....	25
<i>Figura 09.</i> Estructura del pavimento rígido	27
<i>Figura 10.</i> Falla de severidad baja (piel de cocodrilo)	34
<i>Figura 11.</i> Falla de severidad media (piel de cocodrilo).....	34
<i>Figura 12.</i> Falla de severidad alta (piel de cocodrilo)	34
<i>Figura 13.</i> Falla de severidad baja (exudación)	36
<i>Figura 14.</i> Falla de severidad media (exudación)	36
<i>Figura 15.</i> Falla de severidad alta (exudación)	37
<i>Figura 16.</i> Falla de severidad baja (grietas en bloque)	39
<i>Figura 17.</i> Falla de severidad media (grietas en bloque)	39
<i>Figura 18.</i> Falla de severidad alta (grietas en bloque)	39
<i>Figura 19.</i> Falla de severidad baja (abultamientos y hundimientos)	41
<i>Figura 20.</i> Falla de severidad media (abultamientos y hundimientos)	42
<i>Figura 21.</i> Falla de severidad alta (abultamientos y hundimientos)	42
<i>Figura 22.</i> Falla de severidad baja (corrugación)	44
<i>Figura 23.</i> Falla de severidad media (corrugación)	44
<i>Figura 24.</i> falla de severidad alta (corrugación)	44

<i>Figura 25.</i> Falla de severidad baja (depresión)	46
<i>Figura 26.</i> Falla de severidad media (depresión)	46
<i>Figura 27.</i> Falla de severidad alta (depresión)	46
<i>Figura 28.</i> Falla de severidad baja (grietas de borde)	48
<i>Figura 29.</i> Falla de severidad media (grietas de borde)	48
<i>Figura 30.</i> Falla de severidad alta (grietas de borde)	48
<i>Figura 31.</i> Falla de severidad alta (grietas)	50
<i>Figura 32.</i> Falla de severidad media (grietas)	51
<i>Figura 33.</i> Falla de severidad alta (grietas)	51
<i>Figura 34.</i> Falla de severidad baja (berma)	53
<i>Figura 35.</i> Falla de severidad media (berma)	53
<i>Figura 36.</i> Falla de severidad baja (grietas longitudinales y transversales).....	55
<i>Figura 37.</i> Falla de severidad media (grietas longitudinales y transversales).....	56
<i>Figura 38.</i> Falla de severidad alta (grietas longitudinales y transversales).....	56
<i>Figura 39.</i> Falla de severidad baja (parches.)	58
<i>Figura 40.</i> Falla de severidad media (parches.)	58
<i>Figura 41.</i> Falla de severidad alta (parches)	58
<i>Figura 42.</i> Pulimiento de agregados (pulido)	60
<i>Figura 43.</i> Falla de severidad baja (huecos)	62
<i>Figura 44.</i> Falla de severidad media (huecos)	63
<i>Figura 45.</i> Falla de severidad alta (huecos)	63
<i>Figura 46.</i> Falla de severidad baja (cruce de vía férrea)	64
<i>Figura 47.</i> Falla de severidad media (cruce de vía férrea)	64
<i>Figura 48.</i> Falla de severidad alta (cruce de vía férrea)	65

<i>Figura 49.</i> falla de severidad baja (ahuellamiento)	66
<i>Figura 50.</i> Falla de severidad media (ahuellamiento)	66
<i>Figura 51.</i> falla de severidad alta (ahuellamiento)	66
<i>Figura 52.</i> Falla de severidad baja (desplazamientos)	68
<i>Figura 53.</i> Falla de severidad media (desplazamientos)	68
<i>Figura 54.</i> Falla de severidad baja (grieta parabólica)	70
<i>Figura 55.</i> Falla de severidad media (grieta parabólica)	70
<i>Figura 56.</i> Falla de severidad baja (hinchamiento)	72
<i>Figura 57.</i> Falla de severidad media (hinchamiento)	72
<i>Figura 58.</i> Falla de severidad media (hinchamiento)	72
<i>Figura 59.</i> Falla de severidad alta (hinchamiento)	73
<i>Figura 60.</i> falla de severidad baja (desprendimiento)	74
<i>Figura 61.</i> Falla de severidad media (desprendimiento)	74
<i>Figura 62.</i> Falla de severidad alta (desprendimiento).	75
<i>Figura 63.</i> Vista panorámica de la zona de estudio del Jirón Francisco Bolognesi (cuadra 02 – cuadra 04).....	91
<i>Figura 64.</i> Unidad de muestra U-01.	91
<i>Figura 65.</i> Valores deducidos para piel de cocodrilo en U - 01.....	93
<i>Figura 66.</i> Valores deducidos para Abultamientos y hundimientos en U - 01.....	93
<i>Figura 67.</i> Valores deducidos para parcheo en U - 01.....	94
<i>Figura 68.</i> Valores deducidos para pulimiento de agregados en U – 01.....	94
<i>Figura 69.</i> Valores deducidos para huecos en U - 01.....	95
<i>Figura 70.</i> Abaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de muestra U – 01.....	96

<i>Figura 71.</i> Grafico para hallar Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de muestra U – 01.....	96
<i>Figura 72.</i> Clasificación de la U – 01 del Jirón Francisco Bolognesi.....	97
<i>Figura 73.</i> Gráfico de la Clasificación de la U – 01 del Jirón Francisco Bolognesi.....	97
<i>Figura 74.</i> Gráfico de Índice de patologías registradas en el pavimento flexible de la Unidad de muestra U – 01.....	97
<i>Figura 75.</i> Unidad de muestra U-02.....	98
<i>Figura 76.</i> Valores deducidos para piel de cocodrilo en U - 02.....	100
<i>Figura 77.</i> Valores deducidos para Grieta Longitudinal y Transversal U – 02.. ...	100
<i>Figura 78.</i> Valores deducidos para parcheo en U - 02.....	101
<i>Figura 79.</i> Valores deducidos para pulimiento de agregados en U – 02.....	101
<i>Figura 80.</i> Valores deducidos para huecos en U - 02.....	102
<i>Figura 81.</i> Abaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de muestra U – 02.....	103
<i>Figura 82.</i> Grafico para hallar Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de muestra U – 02.....	103
<i>Figura 83.</i> Clasificación de la U – 02 del Jirón Francisco Bolognesi.....	104
<i>Figura 84.</i> Gráfico de la Clasificación de la U – 02 del Jirón Francisco Bolognesi.....	104
<i>Figura 85.</i> Gráfico de Índice de patologías registradas en el pavimento flexible de la Unidad de muestra U – 02.....	104
<i>Figura 86.</i> Unidad de muestra U-03.	105
<i>Figura 87.</i> Valores deducidos para piel de cocodrilo en U - 03.....	107

<i>Figura 88.</i> Valores deducidos para Abultamientos y hundimientos U – 03.....	107
<i>Figura 89.</i> Valores deducidos para parcheo en U - 03.....	108
<i>Figura 90.</i> Valores deducidos para pulimiento de agregados en U – 03.....	108
<i>Figura 91.</i> Valores deducidos para huecos en U - 03.....	109
<i>Figura 92.</i> Abaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de muestra U – 03.....	110
<i>Figura 93.</i> Grafico para hallar Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la Unidad de muestra U – 03.....	110
<i>Figura 94.</i> Clasificación de la U – 03 del Jirón Francisco Bolognesi.....	111
<i>Figura 95.</i> Gráfico de la Clasificación de la U – 03 del Jirón Francisco Bolognesi.....	111
<i>Figura 96.</i> Gráfico de Índice de patologías registradas en el pavimento flexible de la Unidad de muestra U – 03.....	111
<i>Figura 97.</i> Gráfico de Clasificación del PCI General.....	113
<i>Figura 98.</i> Fallas frecuentes de las unidades de muestra.....	115
<i>Figura 99.</i> Los parches de severidad alta en la unidad de muestra U-02.....	116
<i>Figura 100.</i> Plano de Ubicación y Localización.....	124
<i>Figura 101.</i> Vista de la zona de estudio.....	125
<i>Figura 102.</i> Vista de las unidades de muestra U – 01 y U - 02.....	126
<i>Figura 103.</i> Vista de la unidad de muestra U – 03 y sección de vía	127
<i>Figura 104.</i> Instrumentos utilizados en la toma de datos de campo.....	128
<i>Figura 105.</i> Inicio de inspección de la unidad de muestra U-01.....	128
<i>Figura 106.</i> Inicio de inspección de la unidad de muestra U-02.....	128
<i>Figura 107.</i> Inicio de inspección de la unidad de muestra U-03.....	129

<i>Figura 108.</i> Matriz de consistencia del Proyecto de Investigación - Parte I	130
<i>Figura 109.</i> Matriz de consistencia del Proyecto de Investigación - Parte II	131
<i>Figura 110.</i> Piel de cocodrilo.....	132
<i>Figura 111.</i> Exudación.....	132
<i>Figura 112.</i> Grietas en bloque.....	132
<i>Figura 113.</i> Abultamientos y hundimientos.....	132
<i>Figura 114.</i> Corrugación.....	132
<i>Figura 115.</i> Depresión.....	132
<i>Figura 116.</i> Grieta de borde.....	133
<i>Figura 117.</i> Grieta de reflexión de junta.....	133
<i>Figura 118.</i> Desnivel carril – Berma.....	133
<i>Figura 119.</i> Grietas longitudinales y transversales.....	133
<i>Figura 120.</i> Parcheo.....	133
<i>Figura 121.</i> Pulimiento.....	133
<i>Figura 122.</i> Huecos.....	134
<i>Figura 123.</i> Cruce de vía.....	134
<i>Figura 124.</i> Ahuellamiento.....	134
<i>Figura 125.</i> Desplazamiento.....	134
<i>Figura 126.</i> Grietas parabólicas.....	134
<i>Figura 127.</i> Hinchamiento.....	134
<i>Figura 128.</i> Meteorización / Desprendimiento de agregados.....	135
<i>Figura 129.</i> Abultamientos y hundimientos de severidad alta (U-01).....	136
<i>Figura 130.</i> Parches de severidad media (U-01)	136
<i>Figura 131.</i> Huecos de severidad baja (U-01)	137

<i>Figura 132.</i> Huecos de severidad media (U-01)	137
<i>Figura 133.</i> Huecos de severidad baja (U-01)	138
<i>Figura 134.</i> Piel de cocodrilo y parche, ambas de severidad alta (U-01).....	138
<i>Figura 135.</i> Parches de severidad media (U-01)	139
<i>Figura 136.</i> Pulimiento de agregados (U-01)	139
<i>Figura 137.</i> Huecos de severidad media (U-01)	140
<i>Figura 138.</i> Parches de severidad media (U-02)	140
<i>Figura 139.</i> Huecos de severidad baja (U-02)	141
<i>Figura 140.</i> Piel de cocodrilo de severidad baja (U-02)	141
<i>Figura 141.</i> Piel de cocodrilo de severidad media (U-02)	142
<i>Figura 142.</i> Huecos de severidad baja (U-02)	142
<i>Figura 143.</i> Piel de cocodrilo de severidad media (U-02)	143
<i>Figura 144.</i> Parches de severidad alta (U-02)	143
<i>Figura 145.</i> Huecos de severidad alta (U-02)	144
<i>Figura 146.</i> Piel de cocodrilo de severidad alta (U-02)	144
<i>Figura 147.</i> Huecos de severidad baja (U-03)	145
<i>Figura 148.</i> Huecos de severidad alta (U-03)	145
<i>Figura 149.</i> Grietas longitudinales y transversales de severidad media (U-03).....	146
<i>Figura 150.</i> Parches de severidad alta (U-03)	146
<i>Figura 151.</i> Pulimiento de agregados (U-03)	147
<i>Figura 152.</i> Parches de severidad alta (U-03)	147
<i>Figura 153.</i> Parches de severidad alta (U-03)	148
<i>Figura 154.</i> Huecos de severidad baja (U-03)	148
<i>Figura 155.</i> Huecos de severidad alta (U-03)	149

<i>Figura 156.</i> Piel de cocodrilo de severidad media (U-03)	149
<i>Figura 157.</i> Abultamientos y hundimientos de severidad media (U-03).....	150
<i>Figura 158.</i> Solicitud de autorización a la Municipalidad Distrital de Satipo.....	152
<i>Figura 159.</i> Hoja de registro de campo de la unidad de muestra (U-01).....	152
<i>Figura 160.</i> Hoja de registro de campo de la unidad de muestra (U-02).....	153
<i>Figura 161.</i> Hoja de registro de campo de la unidad de muestra (U-03).....	154
<i>Figura 162.</i> UnalPCIA (Procesador de datos ingepav – Inicio).....	155
<i>Figura 163.</i> UnalPCIA (Procesador de datos ingepav – Final).....	156
<i>Figura 164.</i> Hoja Excel de los datos obtenidos en campo a ingresar al programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav).....	156
<i>Figura 165.</i> Archivos procesados por el programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav).....	157
<i>Figura 166.</i> Descripción de datos de campo del programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav).....	158
<i>Figura 167.</i> Resultados de la Unidad de muestra U-01 , generado por el programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav).....	159
<i>Figura 168.</i> Resultados de la Unidad de muestra U-02 , generado por el programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav).....	160
<i>Figura 169.</i> Resultados de la Unidad de muestra U-03 , generado por el programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav).....	161
<i>Figura 170.</i> Resumen de resultados de la Unidad de muestra U-01 , generado por el programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav).....	162

Índice de tablas:

<i>Tabla 01.</i> Índice de serviciabilidad.....	11
<i>Tabla 02.</i> Análisis por tipo de falla en pavimento flexible (Huancayo).....	18
<i>Tabla 03.</i> Análisis por tipo de falla en pavimento flexible (Cajamarca).....	20
<i>Tabla 04.</i> Escala de clasificación de la serviciabilidad.....	31
<i>Tabla 05.</i> Diámetro de huecos.....	62
<i>Tabla 06.</i> Hoja de registro en vías de pavimento flexible.....	76
<i>Tabla 07.</i> Obtención del máximo valor deducido corregido.....	79
<i>Tabla 08.</i> Ideograma del Proyecto de Investigación.....	81
<i>Tabla 09.</i> Datos de las unidades de muestra.....	83
<i>Tabla 10.</i> Operacionalización de variables e indicadores.....	84
<i>Tabla 11.</i> Matriz de consistencia.....	87
<i>Tabla 12.</i> Hoja de registro de la unidad de muestra U-01.....	92
<i>Tabla 13.</i> Cálculo de Valores Deducidos Corregidos de la muestra U – 01.....	95
<i>Tabla 14.</i> Hoja de registro de la unidad de muestra U-02	99
<i>Tabla 15.</i> Cálculo de Valores Deducidos Corregidos de la muestra U – 02.....	102
<i>Tabla 16.</i> Hoja de registro de la unidad de muestra U-03.....	106
<i>Tabla 17.</i> Cálculo de Valores Deducidos Corregidos de la muestra U – 03.....	109
<i>Tabla 18.</i> Resumen de resultados PCI en el Jirón Francisco Bolognesi.....	113
<i>Tabla 19.</i> Condición del pavimento en el Jirón Francisco Bolognesi.....	114
<i>Tabla 20.</i> Principales fallas en cada unidad de muestra analizada.....	118

I. Introducción

La presente investigación, se realiza con la finalidad de determinar las patologías del asfalto para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del Pavimento flexible del jirón Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región Junín.

En el periodo de vida de los pavimentos flexibles se presenta problemas de fallas, los cuáles pueden ser: asentamientos diferenciales, deformaciones plásticas, factores climáticos, la intensidad del tránsito circulante, sus deformaciones, las condiciones de drenaje y sub-drenaje, etc. Para ello el pavimento requiere de conservación y mantenimiento eficiente, rápida y económica.

Dado la necesidad de lograr que nuestras construcciones en el Distrito Satipo se desarrollen con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de las construcciones actuales de los pavimentos y la determinación del número de avenidas afectadas por alguna patología del asfalto y conocer cuál es la patología que tiene mayor incidencia en los pavimentos, de esa manera es que podremos diagnosticar y proponer las sugerencias.

El Distrito de Satipo, se encuentra ubicada geográficamente a $12^{\circ}47' 06''$ de latitud sur y a $74^{\circ} 58'17''$ de longitud oeste y a una altura promedio de 630.00 m. s. n. m. con una temperatura media mensual anual de 24.8°C en Julio y 25.6°C en Noviembre y Diciembre. La temperatura máxima media mensual varía entre 32.9°C a 34.4°C , la mínima entre 13.1°C y 16.3°C , de tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas, por ello se requiere de un nivel técnico apropiado para su ejecución.

En la zona del Distrito de Satipo, existen diferentes tipos de pavimentos flexibles (elaborado de carpeta asfáltica) y pavimento rígido (elaborado de concreto), por ello el análisis de este proyecto se centra en las distintas calles de pavimento flexible, en la cual se observa que en un 100% de estos pavimentos presentan deterioro por desgaste, motivo por el cual se origina un truncamiento en el tránsito vial, el 30% presenta asentamientos o hundimientos notorios que perjudican al tránsito vial y el 45 % presenta fallas transversales, longitudinales y diagonales que se muestran en el pavimento.

Para ello es necesario determinar y evaluar las patologías en las avenidas pavimentadas con asfalto del Distrito de Satipo, las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar un Índice de Condición de Pavimento (PCI) a partir de sus patologías.

Para desarrollar la presente tesis se planteó el siguiente problema, ¿En qué medida la determinación y evaluación del nivel de las patologías del asfalto para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del Pavimento flexible del Jirón Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región Junín, Enero 2017, nos permitirá obtener el estado actual del pavimento de la avenida descrita e indicar las medidas correctivas y preventivas para la seguridad de las vías?

El objetivo general de la presente tesis es Determinar un Índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del Pavimento flexible del Jirón Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín, a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías; entonces obtener el

estado actual y condiciones del servicio de la infraestructura existente, según los diferentes tipos de patologías que se presentan en la misma, estos justificados en base a resultados de evaluación in situ. Para poder conseguir el objetivo general, se ha planteado los siguientes objetivos específicos.

1. Determinar el índice de integridad estructural de la superficie del Pavimento flexible del Jirón Francisco Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región Junín, Enero 2017.
2. Determinar la condición operacional de la superficie del Pavimento flexible del Jirón Francisco Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región Junín, Enero 2017.

La presente investigación se justifica en la necesidad de conocer el estado y las condición operacional del pavimento asfaltico en el jirón Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín, frente a las patologías que afectan a la estructura existente, en función a las deficiencias de los pavimentos. Nos permitirá determinar el tipo de patologías del asfalto que existen en el pavimento flexible del jirón Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín. A través del grado de afectación que cada combinación de tipo de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento, permitirá la toma de decisiones en su rehabilitación o reconstrucción por parte de la Municipalidad Provincial de Satipo.

El propósito e interés profesional que me incita a realizar esta tesis, se centra en que las áreas de conocimiento que se van a abordar están directamente relacionadas con el trabajo, en el área de gestión de proyectos. Asimismo el interés académico que

puede suscitar el tema elegido, desde un plano general, se concreta a un análisis en base al método del PCI a través de una evaluación visual in situ.

El proyecto tiene factibilidad y viabilidad técnica – económica, ya que se puede poner en marcha y llevar a cabo los objetivos señalados.

La metodología de investigación empleada es descriptiva, no experimental y de corte transversal en Enero 2017.

Finalmente se espera lograr con esta investigación no solo la determinación y evaluación de patologías, sino a su vez ofrecer a futuros investigadores un material de consulta sobre este tema y obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

II. Revisión de literatura

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Otros países, le dan la debida importancia a sus pavimentos, tanto en su diseño, como en su conservación y en su uso, para su durabilidad y cumplir las funciones para las cuales son proyectadas.



Figura 01. Proceso constructivo del pavimento flexible

Para poder mantener en buen estado la carretera, se le ha aplicado un mortero asfáltico y micro pavimento, tecnologías que está siendo usada en el Perú.



Figura 02. Vista de calle de pavimento flexible (Ecuador)

Cuenca - Ecuador.- (Diego Rodríguez Idrovo) Ante la falta de veredas y señalización, moradores del sector deben transitar por un espacio lleno de piedras y polvo. Se apegan en lo posible a las casas para evitar ser golpeados por los vehículos que transitan por la avenida.



Figura 03. Proceso constructivo del pavimento flexible (Bolivia)

a) Evaluación estructural de pavimentos flexibles con métodos de inteligencia artificial y auscultación no destructiva.

Beltrán G. ⁽¹⁾

El **objetivo** principal de este estudio es estructurar un sistema de modelación no convencional, basado en Redes Neuronales

Artificiales - RNAs y Lógica Difusa - LD, para identificar parámetros de comportamiento de pavimentos, establecer la condición de rigidez y deterioro e identificar posibles intervenciones en sectores con problemas.

Los **resultados** que se pudieron obtener en base al planteamiento metodológico y caso aplicado:

La construcción de una metodología apropiada para abordar la evaluación estructural de pavimentos en servicio, se apoyó en tres elementos básicos, donde convergen prácticas tradicionales, herramientas de la inteligencia computacional y tendencias actuales de ingeniería de pavimentos.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	INVESTIGACIONES PREVIAS	EXPERIENCIA Y PRÁCTICA
<p>Ingeniería de Pavimentos Materiales, comportamiento mecánico, auscultación no destructiva, evaluación de pavimentos en servicio, modelos de deterioro, sistemas de administración de carreteras.</p> <p>Inteligencia Artificial Lógica Difusa y Redes</p>	<p>Publicaciones en bases de datos especializadas.</p> <p>Estado del conocimiento: avances logrados en el tema específico de investigación.</p>	<p>Vías terrestres: evaluación y gestión de pavimentos en México; revisión de casos aplicados; recomendaciones de expertos sobre valores típicos de parámetros de comportamiento, indicadores de condición y soluciones exitosas.</p> <p>Inteligencia Artificial: consultas a expertos en aplicación de software especializado - RNA y LD.</p>

Figura 04. Elementos básicos de prácticas tradicionales y tendencias actuales de ingeniería de pavimentos.

Las **conclusiones** son las siguientes:

- ✓ Se desarrolló un Sistema de modelación no convencional para efectuar tareas asociadas con la evaluación de pavimentos en servicio y toma de decisiones de conservación. En este sistema, convergen conceptos mecánico empíricos de ingeniería de pavimentos, la experiencia y criterios de especialistas, elementos de análisis convencionales y herramientas de inteligencia artificial (RNAs y LD).
- ✓ El sistema de modelación planteado, aporta simplicidad, precisión (apego a la realidad) y rapidez (bajo costo computacional) y resultó suficientemente robusto para evaluar pavimentos de 3 y 4

capas, con estructuras convencionales y estructuras con sección invertida.

- ✓ Gracias a la utilización de una base de datos que lleva implícita la mecánica propia del problema, se simularon las respuestas y el desempeño de los pavimentos, de manera muy apegada al fenómeno físico representativo. En ese sentido, se consideraron las relaciones no lineales entre múltiples variables cuantitativas y cualitativas.

b) Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles.

Ing. Díaz J. ⁽²⁾

El **objetivo** principal de este estudio desarrollar una matriz donde se propongan las actividades de rehabilitación y mantenimiento de los pavimentos flexibles colombianos basadas en los resultados obtenidos a partir de las metodologías de auscultación PCI.

Los **resultados** que se pudieron obtener según la comparación de matrices de rehabilitación:

Ambas metodologías de auscultación se basan en categorizar los daños basados en la causa que los origina, sin embargo para efectos de desarrollar las matrices conforma a la guía de rehabilitación se establecieron cuatro mecanismos principales, como los deterioros asociados a las cargas del tránsito, la calidad de materiales y el clima.

Las intervenciones a realizar son similares según el tipo de daños, y ambas pueden ser asociadas a la guía de rehabilitación de pavimentos asfálticos ya que al asociar las rehabilitaciones y mantenimientos al tipo de tráfico y periodo de diseño de la rehabilitación se encontraron procesos similares.

De acuerdo a las matrices vistas se observa que la PCI es más estricta que la VIZIR, esto implica que al evaluar un mismo tramo con ambas metodologías y luego realizar la comparación del índice del estado de la vía con ambas metodologías resulte que sea diferente el tipo de intervención.

La metodología PCI recoge daños puntuales que la metodología VIZIR no reconoce, como es el caso de Cruce de vía férrea, que resulta ser más una combinación de daños que contempla la guía de rehabilitación y los atiende de manera individual y ocasionada por el paso de una línea férrea.

Las **conclusiones** son las siguientes:

- ✓ Se desarrollaron satisfactoriamente las matrices de rehabilitación de las metodologías VIZIR y PCI, encontrando similitudes significativas en cuanto conceptos y procedimientos propuestos en La Guía Metodológica de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos del INVIAS, cabe aclarar que esta matriz no tiene como fin reemplazar la experiencia ni ensayos que se deben establecer en cada caso específico, en su alcance se presente como una guía para

establecer las estrategias de rehabilitación según los resultados obtenidos en los formatos B-2, B-3 y B-4 de la Guía Metodológica para el diseño de Obras de Rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras.

✓ Se establecieron los parámetros de auscultación de la metodología VIZIR en donde se categorizan los deterioros de los pavimentos asfálticos en tipo A caracterizando una condición estructural y tipo B los cuales caracterizan una condición funcional, según la gravedad y extensión se estableció la estrategia de intervención a ejecutar.

✓ En la matriz de rehabilitación para la metodología VIZIR se establecen los tipos de reparaciones aconsejables para el deterioro causado sin embargo para efectos de una intervención integral en la matriz B se puede establecer una estrategia en donde se desarrollen más de una intervención dependiendo del tipo de tráfico y vida útil de diseño de la rehabilitación.

c) Evaluación integral de la vía local Cumaná – Cumanacoa (1001); progresiva 0+000 (puente aliviadero manzanares) hasta progresiva 10+000 (vía Cumanacoa), de los municipios sucre y montes del estado sucre.

Sánchez M. ⁽³⁾

El **objetivo** principal de este estudio es evaluar el estado general de la vía local 01 Cumaná – Cumanacoa, desde la Progresiva 0+000 (Puente Aliviadero Manzanares) hasta Progresiva 10+000 (Vía

Cumanacoa), mediante el uso del método PCI, en los Municipios Sucre y Montes del Estado Sucre.

Los **resultados** que se pudieron obtener según la correlación entre el PCI y el PSI son:

Para conocer la fórmula que relaciona la serviciabilidad presente (PSI) y el índice de condición de pavimento (PCI), es necesario conocer algunas definiciones. Índice de Serviciabilidad. (PSI) La serviciabilidad de un pavimento es la habilidad de éste de proveer una superficie suave, confortable, que permita conducir con seguridad, manteniendo su estructura íntegra. El $PSI \approx PSR$ "Present Serviciability Rating" Se mide según la siguiente escala. (Tabla 01):

Tabla 01. Índice de serviciabilidad

PSR	Condición
0 – 1	Muy Mala
1 – 2	Mala
2 – 3	Regular
3 – 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

Fuente: Norma Aastho (1993)

Entonces, la relación es la siguiente: $PSI = e (PCI \text{ del tramo} + 27,65) / 91,47$
 $PSI = e (30,4 + 27,65) / 91,47$
 $PSI = 1,88$

Según la clasificación de la condición superficial del pavimento se encuentra en una condición MALA.

El valor del PCI en el tramo en estudio es de 30,4 lo que indica que se encuentra en una condición MALA.

Del cálculo del PSI usando el IRI tenemos 0,54 y 0,28; lo que indica según la clasificación de la condición superficial del pavimento que se encuentra en una condición MUY MALA.

Las **conclusiones** son las siguientes:

- ✓ La evaluación realizada por el método PCI, al pavimento en el tramo comprendido entre la progresiva 0+000 y la progresiva 10+000 de la vía local Cumaná - Cumanacoa, arrojó un valor de 30,4; ubicando dicho tramo según la escala usada por PCI en una vía en condiciones MALAS; y actualmente la rehabilitación tiene un valor aproximado de Bs. F. 8.278.489,80.
- ✓ Es necesaria la instalación de dispositivos de control y señalamiento ya que en dicha vía o por lo menos en el tramo en estudio estos dispositivos están ausentes. Asimismo se hace indispensable la demarcación, pues esta es una medida de seguridad tanto para el conductor como para los peatones que puedan encontrarse en la carretera.

d) Implementación de un SIG para la administración de pavimentos aeroportuarios a través de la aplicación de un índice de condición de pavimentos.

Vásquez V. y Chamorro P. ⁽⁴⁾

Este Proyecto se orienta principalmente en la importancia de

contar con un Sistema de Información Geográfica, en la Dirección de Aeropuertos (DAP) del Ministerio de Obras Públicas, para la gestión y administración de los pavimentos aeroportuarios a través de la aplicación del método **Pavement Condition Índice (P.C.I.)**⁽¹⁾, la cual constituye una herramienta eficaz que permite optimizar y mejorar los recursos.

El proceso de este trabajo se fundamentó en la incorporación de la información aeroportuaria generada por los P.C.I. en el programa MicroPaver, programa que determina la condición de los pavimentos, a un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permita analizar los datos obtenidos para gestionar el trabajo de mantención y reposición de pavimentos.

Para la implementación de este sistema se pretende realizar una metodología para una posterior aplicación a nivel nacional con los aeropuertos de la red principal, pero el resultado se evidenciará en una de las plataformas del Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez (AMB).

El producto final a obtener es un Sistema de Información Geográfica que permita incorporar la información aeroportuaria generada por los P.C.I. dentro de un sistema de información y análisis territorial, con la posibilidad de efectuar diferentes consultas y obtener respuestas visuales tanto en la base de datos de atributos como en la base de datos gráfica, ampliándose a esto la posibilidad de obtener gráficos y mapas temáticos, teniendo así un manejo de la información de los

pavimentos aeroportuarios con que cuenta la Dirección de Aeropuertos.

Esta cita al libro de AASTHO en lo referente a especificaciones de materiales y métodos a usar. En algunos otros casos utilizan ASTM. En las especificaciones de SIECA esta hacen también mención a AASTHO para ciertos controles.

e) Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja Armijos C. ⁽⁵⁾

El **objetivo primordial de este estudio**, es establecer la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos y hormigón simple o reforzado. Se basa en los resultados de la inspección visual de los pavimentos, en la cual se identifican tipos de deterioro, severidad y cantidad, permitiendo con esto identificar las posibles causas del deterioro.

Los **resultados** que se obtuvieron para cada unidad de muestra según el cálculo PCI, se presentan en las siguientes figuras.


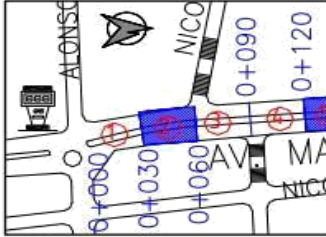
		UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA							
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA							
Nombre de la vía:	Av. Manuel Carrión Pinzano (Lado derecho)			Esquema: 					
Evaluado por:	Christian Armijos								
Fecha:	martes, 14 de abril de 2009								
Abscisa inicial=	0+030.00	Tramo:	2 - der						
Abscisa final=	0+060.00	Área muestra=	225.00						
TIPOS DE FALLAS									
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinales y transversal.		11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahueflamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.							
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
11	B	19.20	1.20				20.40	9.07	15.77
11	A	12.75					12.75	5.67	40.20
5	B	2.40					2.40	1.07	2.61
6	A	2.80					2.80	1.24	17.90
6	M	2.40					2.40	1.07	9.15
1	A	11.10	2.40				13.50	6.00	54.60
1	M	6.12					6.12	2.72	31.30
3	B	13.00					13.00	5.78	5.54
Número de deducidos > 2 (q) : 8.00 Valor deducido más alto (HDVi) : 54.60 Número admisible de deducidos (mi) : 5.17							Total VD = 177.08		
CÁLCULO DEL PCI									
#	Valores Deducidos						TOTAL	q	CDV
1	54.60	40.20	31.30	17.90	15.77		159.77	5	81.23
2	54.60	40.20	31.30	17.90	2.00		146.00	4	79.67
3	54.60	40.20	31.30	2.00	2.00		130.10	3	78.86
4	54.60	40.20	2.00	2.00	2.00		100.80	2	70.96
5	54.60	2.00	2.00	2.00	2.00		62.60	1	62.60
							máx. CDV= 81		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 19 MUY MALO									

Figura 05. Evaluación 01 de índice de condición de pavimentos (PCI)

en un estado regular indicando que en esta vía se deberá considerar una rehabilitación por lo menos con bacheo en las zonas más críticas.

✓ En la calle Marcelino Champagnate, el Índice de Condición Presente (PCI) es 51, por lo tanto, la calzada tendrá una clasificación regular; siendo necesario considerar una rehabilitación para incrementar el periodo de funcionamiento antes de que se produzcan deterioros mayores.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

a) Diagnóstico del estado situacional de la vía: av. argentina – av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos-2012. Camposano O. y García K. ⁽⁶⁾

Los **objetivos** de este estudio es Identificar en qué estado situacional se encuentra la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio por el método PCI (índice de condición de pavimentos) haciendo un diagnóstico definitivo.

Los **resultados** que se pudieron obtener son los siguientes:

Tabla 02. Análisis por tipo de falla en pavimento flexible (Huancayo)

N° DE FALLAS SEGÚN SU TIPO		
FALLA	TIPO DE FALLA EN PAVIMENTO FLEXIBLE	N° DE FALLAS
1	PIEL DE COCODRILO	116
2	EXUDACION	0
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	121
4	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	97
5	CORRUGACION	40
6	DEPRESION	0
7	GRIETA DE BORDE	4
8	GRIETA DE RELEXION DE JUNTA	0
9	DESNIVEL CARRIL/VERMA	0
10	GRIETA LONG. Y TRANSVERSAL	657
11	PARCHEO	198
12	PULIMIENTO DE AGREGADO	13
13	HUECOS	403
14	CRUCE DE VIA FERREA	0
15	AHUELLAMIENTO	12
16	DESPLAZAMIENTO	0
17	GRIETA PARABOLICA(SLIPPAGE)	0
18	HINCHAMIENTO	0
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	2
TOTAL		1663

Fuente: Camposano O, 2012

Estos resultados nos da un total de 1663 fallas en todo el recorrido de la vía, y la falla que se presenta en mayor cantidad son las Grietas longitudinales y transversales con un número de 657 en total. Las **conclusiones** son las siguientes:

Las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía fueron: Piel de Cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Abultamiento y hundimiento, corrugación, grieta de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo, pulimiento de agregado, huecos, ahuellamientos, y desprendimientos de agregados. Las causas principales de las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía son principalmente: la condición climática de la zona, las cargas de tránsito, materiales de baja calidad y una base inestable.

En la inspección visual y diagnóstico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (Índice de condición del Pavimento), se concluyó que el estado actual del pavimento en la Entrada a la Ciudad de Chupaca, Av. Argentina, Av. 24 de Junio, se encuentra en un estado REGULAR debido a un valor de PCI de 51, según los rangos de clasificación anteriormente enunciados y confirmados al realizar un recorrido por la vía.

b) Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Cajamarca – 2014.

Rabanal J. ⁽⁷⁾

Los **objetivos** de este estudio, es realizar el análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento.

Los **resultados** que se pudieron obtener se muestran a continuación que resume el metrado de fallas. Como se puede ver el tipo de falla que más se presenta en la zona en estudio es la "1", Piel de cocodrilo, seguido de la falla tipo "13", Huecos y luego tenemos la falla tipo "10", Grietas longitudinales y transversales en el pavimento. Por otro lado se observa que lo que existe en menor cantidad es la falla tipo "2", Exudación.

Tabla 03. Análisis por tipo de falla en pavimento flexible (Cajamarca)

N° DE FALLAS SEGUN SU TIPO			
FALLA	TIPO DE FALLA EN PAVIMENTO FLEXIBLE	N° DE FALLAS	%
1	PIEL DE COCODRILO	180	14.95
2	EXUDACION	4	0.33
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	142	11.79
4	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	22	1.83
5	CORRUGACION	15	1.25
6	DEPRESION	65	5.40
7	GRIETA DE BORDE	85	7.06
8	GRIETA DE RELEXION DE JUNTA	12	1.00
9	DESNIVEL CARRIL/VERMA	16	1.33
10	GRIETA LONG. Y TRANSVERSAL	195	16.20
11	PARCHEO	47	3.90
12	PULIMIENTO DE AGREGADO	68	5.65
13	BACHES	250	20.76
14	CRUCE DE VIA FERREA	0	0.00
15	AHUELLAMIENTO	9	0.75
16	DESPLAZAMIENTO	15	1.25
17	GRIETA PARABOLICA(SLIPPAGE)	6	0.50
18	HINCHAMIENTO	5	0.42
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	68	5.65
TOTAL		1204	100.00

Fuente: Rabanal J. (2014)

Las **conclusiones** son las siguientes:

- ✓ El pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte entre el Jr. San Ginez y la Antigua Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca en el año 2014, según la evaluación mediante el método del Índice del condición del Pavimento (PCI) tiene un valor de PCI = 49 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que el estado actual de dicho pavimento es Regular.
- ✓ Las fallas con mayor nivel de severidad que se presentan en el pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte son: huecos en

mal estado, Piel de Cocodrilo y agrietamientos Longitudinales, Transversales y Agrietamiento en bloque

c) Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla, departamento de Piura 2009. Rodríguez E. ⁽⁸⁾

Los **objetivos** que se esperan con la aplicación del Método PCI son los siguientes:

- Determinar el estado en que se encuentra el pavimento en términos de su integridad estructural y del nivel de servicio que ofrece al usuario. El método permite la cuantificación de la integridad estructural de manera indirecta, a través del índice de condición del pavimento (ya que no se realizan mediciones que permiten calcular directamente esta integridad). Cuando se habla de integridad estructural, se hace referencia a la capacidad que tiene el paquete estructural de soportar solicitaciones externas, como cargas de tránsito o condiciones ambientales. En cambio, el nivel de servicio es la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro al conductor.
- Obtener un indicador que permita comparar, con un criterio uniforme, la condición y comportamiento del pavimento y de esta manera justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación, seleccionando la técnica de reparación más adecuada al estado del pavimento en estudio.

Los **resultados** de las inspecciones realizadas nos detallan que:

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: exudación, corrugación, depresión, grieta de borde, ahuellamientos, desplazamiento, hinchamiento y peladura. Además se registraron parches de mediana y alta severidad. La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la corrugación, ya que aparte de ser una falla estructural (que afectan considerablemente al paquete estructural), se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla está la peladura que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en toda el área.

Asimismo se encontraron ahuellamientos de severidad baja, que también contribuyen al daño de la pista. Las fallas que menos afectan al pavimento son el parche de mediana severidad y la depresión, pues sus áreas son pequeñas, comparada con el área total inspeccionada.

Las **conclusiones** son las siguientes:

- ✓ Se ha determinado el estado en que se encuentra la red de pavimento flexible de la Av. Luis Montero, que consta de dos tramos de 600 metros lineales cada uno (de acuerdo a los dos sentidos de vía existentes). El tramo 1 se divide en 3 secciones, mientras que el tramo 2 tiene una sola sección. Se inspeccionaron un total de 32 unidades de muestra (16 por tramo) obteniendo los siguientes resultados:
- ✓ El 37% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y 55); después le

sigue un 33% de unidades en buen estado (PCI entre 55 y 70); un 15%, en estado malo (PCI entre 25 y 40) y un 9% de muy mala condición (PCI entre 10 y 25). Finalmente, un 6% hace referencia a unidades de muestra con un pavimento de muy buen estado (PCI entre 70 y 85). No se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10) ni excelentes (PCI entre 85 y 100).

Porcentaje de unidades de muestra con un estado de pavimento muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno.



Figura 07. Condición del pavimento de forma estadística

El estado del pavimento de cada unidad de muestra, define la condición del pavimento de las secciones y de los tramos. Las secciones 1 y 4, obtuvieron un PCI de 51 y 43 respectivamente, lo que corresponde a un estado regular. Las demás secciones alcanzaron un PCI de 60 (sección 2) y 56 (sección 3), que quiere decir un pavimento de condición buena.

2.1. Bases Teóricas de la Investigación

2.2.1. Pavimentos

Según, **Norma Técnica de Edificaciones CE 010.** ⁽⁹⁾, Estructura de capas diseñada y construida para soportar cargas estáticas y dinámicas, con una transitabilidad adecuada. Se construye apoyada íntegramente sobre el terreno (natural en corte o terraplén compactado en relleno), preparado para recibirla, el cual recibe el nombre de sub-rasante. Los pavimentos por las características de los materiales de los que están hechos se clasifican de mayor a menor calidad en: rígido de concreto hidráulico, flexible de concreto asfáltico, semi-rígido de adoquines (de piedra y de concreto hidráulico), tratamientos asfálticos superficiales (múltiples, dobles, simples), empedrados, afirmados y de suelo estabilizado no superficial.

Según, **Rico A. y Del Castillo H.** ⁽¹⁰⁾, un pavimento es una estructura cuya finalidad es permitir el tránsito de vehículos y puede estar conformada por una o varias capas superpuestas. Las principales funciones que debe cumplir un pavimento son “proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito

2.1.2. Clasificación de Pavimentos

a) Pavimentos flexibles

Según, **Huang Y.** ⁽¹¹⁾, este tipo se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular, las cuales generalmente van disminuyendo su calidad conforme se acercan más a la subrasante.

Esto se debe a que los esfuerzos que se producen por el tránsito van disminuyendo con la profundidad y por razones económicas. La teoría que se utiliza para analizar su comportamiento es la teoría de capas de Burmister.

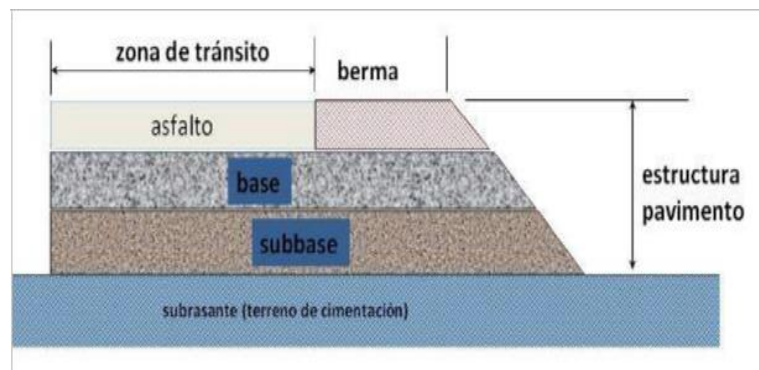


Figura 08: Estructura del pavimento flexible

b) Pavimentos Rígidos

Según, **Montejo A.** ⁽¹²⁾, la construcción de un pavimento rígido puede incluir operaciones de explanación; construcción de capas de subbase y/o base granulares o estabilizadas; fabricación, transporte, colocación y acabado del concreto.

El elemento estructural primordial en este tipo de pavimento consta de una losa de concreto que se apoya directamente en la subrasante o en una capa de material granular seleccionado denominada subbase.

La necesidad de utilizar la subbase surge sólo si la subrasante no tiene las condiciones necesarias como para resistir a la losa y las cargas sobre esta; es decir, que no actúe como un soporte adecuado.

Una de las diferencias más saltantes entre los pavimentos flexibles y rígidos es la forma en que se distribuyen los esfuerzos producidos por el tránsito sobre ellos. Debido a que el concreto es mucho más rígido que la mezcla de asfalto, éste distribuye los esfuerzos en una zona mucho más amplia.

Del mismo modo, el concreto presenta un poco de resistencia a la tensión por lo que aún en zonas débiles de la subrasante su comportamiento es adecuado. Es por ello que la capacidad portante de un pavimento rígido recae en las losas en vez de en las capas subyacentes, las cuales ejercen poca influencia al momento del diseño.

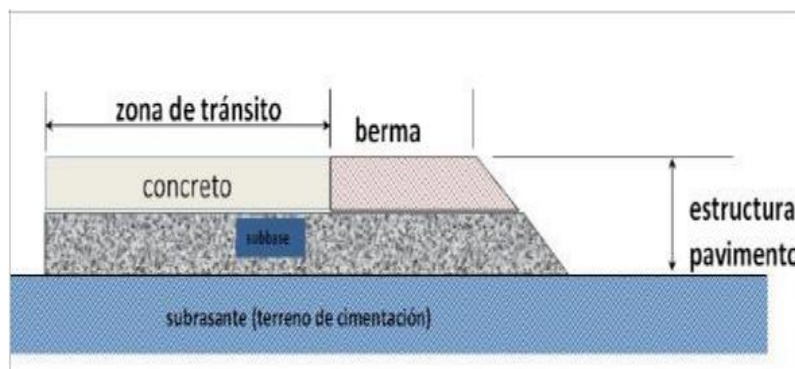


Figura 09: Estructura del pavimento rígido

2.1.3. Método PCI (*Pavement Condition Index*)

Según, ASTM D6433. ⁽¹³⁾, el método PCI (*Pavement Condition Index*) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta.

Fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias como por ejemplo: el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el APWA (American Public Work Association) y ha sido publicado por la ASTM como

método de análisis y aplicación (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03).

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual del estado del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada falla presente. Dada la gran cantidad de combinaciones posibles, el método introduce un factor de ponderación, llamado “valor deducido”, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad (cantidad).

Este método no pretende solucionar aspectos de seguridad si alguno estuviera asociado con su práctica. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, un valor que cuantifique el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. ⁽¹³⁾

2.1.3.1 Objetivos

Los objetivos que se esperan con la aplicación del Método PCI son los siguientes:

- ✓ Determinar el estado en que se encuentra el pavimento en términos de su integridad estructural y del nivel de servicio que ofrece al usuario. El método permite la cuantificación de la integridad estructural de manera indirecta, a través del índice de condición

del pavimento (ya que no se realizan mediciones que permiten calcular directamente esta integridad).

Cuando se habla de integridad estructural, se hace referencia a la capacidad que tiene el paquete estructural de soportar solicitaciones externas, como cargas de tránsito o condiciones ambientales. En cambio, el nivel de servicio es la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro al conductor. ⁽¹³⁾

- ✓ Obtener un indicador que permita comparar, con un criterio uniforme, la condición y comportamiento del pavimento y de esta manera justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación, seleccionando la técnica de reparación más adecuada al estado del pavimento en estudio. ⁽¹³⁾

2.1.3.2 Terminología

A continuación se definen los principales términos utilizados en el método, que son de vital importancia para la comprensión y correcta aplicación del mismo. ⁽¹³⁾

- ✓ **Red de pavimento**

Es el conjunto de pavimentos a ser administrados, es una sola entidad y tiene una función específica. Por ejemplo, un aeropuerto o una avenida, es una red de pavimento. ⁽¹³⁾

✓ **Tramo de pavimento**

Un tramo es una parte identificable de la red de pavimento. Por ejemplo, cada camino o estacionamiento es un tramo separado. ⁽¹³⁾

✓ **Sección de pavimento**

Es un área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga. ⁽¹³⁾

✓ **Unidad de muestra del pavimento**

Es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de 225 +/- 90 m², si el pavimento no es exactamente divisible entre 2500 o para acomodar condiciones de campo específicas. ⁽¹³⁾

✓ **Índice de condición del pavimento (PCI)**

Es un grado numérico de la condición del pavimento. Varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene su correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. ⁽¹³⁾

✓ **Grado de la condición del pavimento**

Es una descripción cualitativa de la condición del pavimento, como una función del valor de PCI que

varía entre “fallado” hasta “excelente” ⁽¹³⁾, como se aprecia en la figura

Tabla 04. Índice de condición del pavimento y escala de graduación.

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Fuente: Método PCI

✓ **Fallas del pavimento.**

Indicadores externos del deterioro del pavimento causado por las cargas de tráfico, factores ambientales, deficiencias constructivas, o una combinación de estas causas. ⁽¹³⁾

2.1.3.3 Manual de daños

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. A continuación se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

- ✓ **L:** (Low: Bajo). Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es

necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad.

✓ **M:** (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

✓ **H:** (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal. ⁽¹³⁾

2.1.3.4 Daños en vías con superficie de Pavimento Flexible

1) Piel de cocodrilo

Descripción:

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

Niveles de severidad:

L: Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.



Figura 10. Falla de severidad baja (piel de cocodrilo)

M: Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.



Figura 11. Falla de severidad media (piel de cocodrilo)

H: Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.



Figura 12. Falla de severidad alta (piel de cocodrilo)

Medida:

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.

2) Exudación

Descripción:

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

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

La exudación ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales, emerge y entonces se expande en la superficie del pavimento.

Niveles de severidad:

L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.



Figura 13. Falla de severidad baja (exudación)

M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.



Figura 14. Falla de severidad media (exudación)

H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.



Figura 15. Falla de severidad alta (exudación)

Medida:

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

H: Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).

3) Agrietamiento en bloque

Descripción:

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque

se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo/deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente.

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

Niveles de severidad:

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.



Figura 16. Falla de severidad baja (grietas en bloque)

M: Bloques definidos por grietas de severidad media



Figura 17. Falla de severidad media (grietas en bloque)

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.



Figura 18. Falla de severidad alta (grietas en
bloque)

Medida:

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

Opciones de reparación:

L: Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 milímetros. Riego de sello.

M: Sellado de grietas, reciclado superficial.
Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

H: Sellado de grietas, reciclado superficial.
Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

4) Abultamientos y hundimientos

Descripción:

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

- a. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Portland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
- b. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- c. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

Niveles de severidad:

L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad. No tienen una consecuencia importante en la calidad de tránsito.



Figura 19. Falla de severidad baja (abultamientos y hundimientos)

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media. Producen un efecto medio en la calidad de tránsito.



Figura 20. Falla de severidad media (abultamientos y hundimientos)

H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta. Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de tránsito.

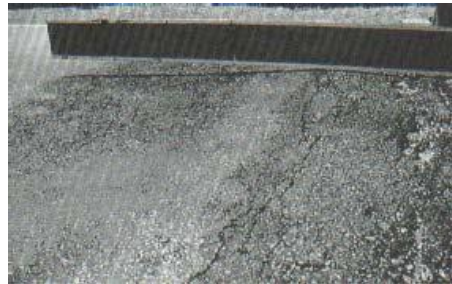


Figura 21. Falla de severidad alta (abultamientos y hundimientos)

Medida:

Se miden en pies lineales (o metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

5) Corrugación

Descripción:

La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

Niveles de severidad:

L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.



Figura 22. Falla de severidad baja (corrugación)

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.



Figura 23. Falla de severidad media (corrugación)

H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

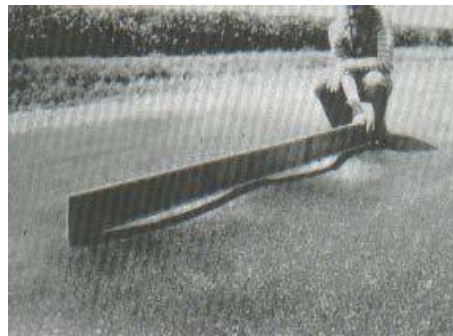


Figura 24. Falla de severidad alta (corrugación)

Medida:

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada

M: Reconstrucción

H: Reconstrucción

6) Depresión

Descripción:

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

Niveles de severidad:

Máxima profundidad de la depresión:

L: Máxima profundidad de la depresión: 13.0 a 25.0 milímetros.



Figura 25. Falla de severidad baja (depresión)

M: Máxima profundidad de la depresión: 25.0 a 51 milímetros.



Figura 26. Falla de severidad media (depresión)

H: Profundidad de la depresión: Más de 51 milímetros.



Figura 27. Falla de severidad alta (depresión)

Medida:

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo

7) Grieta de borde

Descripción:

Las grietas de borde son paralelas y generalmente están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento.

Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

Niveles de severidad:

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento. Grietas de baja severidad sin disgregación.



Figura 28. Falla de severidad baja (grietas de borde)

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento. Grietas de media severidad con algo de disgregación y rotura de los bordes.



Figura 29. Falla de severidad media (grietas de borde)

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.



Figura 30. Falla de severidad alta (grietas de borde)

Medida:

La grieta de borde se mide en pies lineales (o metros lineales).

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3milímetros.

M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

H: Parcheo parcial – profundo.

8) Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto

Longitudinales o transversales)

Descripción:

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de

las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños.

Niveles de severidad:

L: Existe una de las siguientes condiciones:

- a. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 milímetros, o
- b. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material de sello).



Figura 31. Falla de severidad baja (grietas)

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- a. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 milímetros. y 76.0 milímetros.
- b. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 milímetros rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
- c. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.



Figura 32. Falla de severidad media (grietas)

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- a. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
- b. Grietas sin relleno de más de 76.0 milímetros.
- c. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).



Figura 33. Falla de severidad alta (grietas)

Medida:

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m

de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

Opciones de reparación:

L: Sellado para anchos superiores a 3.00 milímetros.

M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

9) Desnivel carril –

berma Descripción:

El desnivel carril-berma es la diferencia de elevación (niveles) entre el borde del pavimento y la berma.

Esta falla es causada por la erosión de la berma; el asentamiento de la berma; o por la colocación de nuevas capas (sobrecarpetas) en la pista, sin el debido ajuste del nivel de la berma.

Niveles de severidad:

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25 y 51 milímetros.

M: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 51 y 102 milímetros.



Figura 34. Falla de severidad baja (berma)

H: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma es mayor de 102 milímetros.



Figura 35. Falla de severidad media (berma)

Medida:

El Desnivel carril – berma se miden en pies lineales (o metros lineales).

Opciones de reparación:

L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

10) Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento portland)

Descripción:

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

- a. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
- b. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
- c. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción.

Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

Niveles de severidad:

L: Existe una de las siguientes condiciones:

- a. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 milímetros.
- b. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).



Figura 36. Falla de severidad baja (grietas longitudinales y transversales)

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- a. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 milímetros. y 76.0 milímetros.
- b. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0milímetros., rodeada grietas aleatorias pequeñas.
- c. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.



Figura 37. Falla de severidad media (grietas longitudinales y transversales)

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- a. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
- b. Grieta sin relleno de más de 76.0 milímetros. de ancho.
- c. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.



Figura 38. Falla de severidad alta (grietas longitudinales y transversales)

Medida:

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (o metros lineales). La longitud y severidad

de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0milímetros.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial

11) Parcheo y acometidas de servicios públicos

Descripción:

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

Niveles de severidad:

L: El parche está en buena condición y es satisfactorio.

El efecto sobre la calidad del tránsito se califica como

de baja severidad o mejor.



Figura 39. Falla de severidad baja (parches.)

M: El parche está moderadamente deteriorado o el efecto sobre la calidad del tránsito se califica como de severidad media.



Figura 40. Falla de severidad media (parches.)

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.



Figura 41. Falla de severidad alta (parches)

Medida:

Los parches se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada, sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, éstas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un bache de 2,32 m² puede tener 0,9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Éstas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche.

12) Pulimento de agregados

Descripción

El desgaste de los agregados es producido por efecto del tráfico. El agregado pulido está presente cuando una exhaustiva inspección del pavimento revela que

la porción de agregados que se presentan sobre el asfalto es muy pequeña, no hay rugosidad o partículas angulares del agregado pierden su resistencia al deslizamiento (rozamiento).

Este tipo de daño se registra cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

Niveles de severidad

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.



Figura 42. Pulimiento de agregados (pulido)

Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

Opciones de reparación:

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial.

Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.

13) Huecos

Descripción:

Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

Niveles de severidad:

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 milímetros, están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo

con la tabla siguiente:

Tabla 05. Diámetro de huecos

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: Método PCI (2002)

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 milímetros, debe medirse el área total del hueco en metros cuadrados y dividirla entre (0.47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes.

Si la profundidad es menor o igual que 25,0 milímetros, los huecos se consideran de severidad media.

Si la profundidad es mayor que 25,0 milímetros, la severidad se considera como alta.

Nivel de severidad Bajo (Low): L



Figura 43. Falla de severidad baja (huecos)

Nivel de severidad Medio: M



Figura 44. Falla de severidad media (huecos)

Nivel de severidad Alto (High): H



Figura 45. Falla de severidad alta (huecos)

Medida:

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

Opciones de reparación:

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

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo.

14) Cruce de vía férrea

Descripción:

Los defectos asociados al cruce de vía férrea son

depressiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Niveles de severidad:

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

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

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

Nivel de severidad Baja (Low): L



Figura 46. Falla de severidad baja (cruce vía férrea)

Nivel de severidad Media: M



Figura 47. Falla de severidad media (cruce vía férrea)

Nivel de severidad Alto (High): H



Figura 48. Falla de severidad alta (cruce vía férrea)

15) Ahuellamiento

Descripción:

El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito.

Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Niveles de severidad:

Dependen de la profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 milímetros.



Figura 49. Falla de severidad baja (ahuellamiento)

M: >13.0 milímetros. a 25.0 milímetros..



Figura 50. Falla de severidad media (ahuellamiento)

H: > 25.0 milímetros..

La profundidad promedio del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad promedio.



Figura 51. Falla de severidad alta (ahuellamiento)

Medida:

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella . La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

16) Desplazamientos

Descripción:

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o

emulsión). Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

Niveles de severidad:

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.



Figura 52. Falla de severidad baja (desplazamientos)

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.



Figura 53. Falla de severidad media (desplazamientos)

Medida:

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Las deformaciones que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

H: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

17) Grietas parabólicas

Descripción:

Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

Niveles de severidad:

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10,0 milímetros.



Figura 54. Falla de severidad baja (grieta parabólica)

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta entre 10,0 milímetros. y 38,0 milímetros.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta es mayor de 38,0 milímetros.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.



Figura 55. Falla de severidad media (grieta parabólica)

Medida:

El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Parcheo parcial.

M, H: Parcheo parcial (localizado).

18) Hinchamiento

Descripción:

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El

hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

Niveles de severidad:

L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se

producirá un movimiento hacia arriba.



Figura 56. Falla de severidad baja (hinchamiento)

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.



Figura 57. Falla de severidad media (hinchamiento)



Figura 58. Falla de severidad media (hinchamiento)

H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.



Figura 59. Falla de severidad alta (hinchamiento)

Medida:

El hinchamiento se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

19) Meteorización / Desprendimiento de

Agregados Descripción:

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida

de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Niveles de severidad:

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.



Figura 60. Falla de severidad baja (desprendimiento)

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.



Figura 61. Falla de severidad media (desprendimiento)

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.



Figura 62. Falla de severidad alta (desprendimiento)

Medida:

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

M: Sello superficial. Tratamiento superficial.

Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

Reciclaje. Reconstrucción.

Tabla 06. Hoja de registro en vías de pavimento flexible.

METODO PCI						ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
NOMBRE DE LA VÍA:		SECCIÓN:			UNIDAD DE MUESTRA:				
EJECUTOR:		FECHA:			AREA:				
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexion de junta				15. Ahuellamiento				
2. Exudacion	9. Desnivel carril - berma				16. Deslizamiento				
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas longitudinales y transversales				17. Grietas parabólicas				
4. Abultamientos y hundimientos	11. Parcheo y acometidas de servicios públicos				18. Hinchamiento				
5. Corrugacion	12. Pulimiento de agregados				19. Meteorización/Desprendimiento de agregados				
6. Depresion	13. Huecos								
7. Grieta de borde	14. Cruce de via ferrea								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento ASTM D6433-03

2.1.3.5 Cálculo PCI para Carreteras con Capa de Rodadura

Asfáltica

Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

- 1.a.** Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-1. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
- 1.b.** Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- 1.c.** Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “**Valor Deducido del Daño**” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

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

- 2.a.** Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor

Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4.

De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

2.b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

2.c. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

- 14 (98) 100 -

5 10

Donde:

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

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

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

Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido” CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3.a. Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.

- 3.b.** Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- 3.c.** Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- 3.d.** Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
- 3.e.** El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapa 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

Tabla 07: Obtención del máximo valor deducido corregido

No.	Valor Deducido							Total	q	CDV
1										
2										
3										
4										

Fuente: ASTM D6433-03. (2002)

III. Metodología

3.1. Diseño de la investigación

El tipo de investigación

- a) En general el estudio será descriptivo, no experimental. No experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.
- b) Es de corte transversal y descriptivo, porque describe la realidad, sin alterarla; es de corte transversal porque se está analizando en el periodo Enero 2017.

Nivel de la investigación de la tesis

El nivel de la investigación para el presente estudio, de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio de tipo descriptivo, explicativo y correlacionado. Estas últimas basadas en especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones y/o componentes del fenómeno a estudiar, propios del proyecto.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación esta guiado por el manual de índice de condición de pavimentos (PCI) para el desarrollo óptimo en el proceso de investigación y de los resultados.

El proceso de evaluación es de tipo visual in situ, la información recolectada se procesara de manera manual en formatos del PCI.

Se desarrollará siguiendo el método PCI Índice de Condición de

Pavimentos, para el desarrollo de la siguiente investigación es posible utilizar software para el procesamiento de los datos.

La metodología a utilizar, para el desarrollo del proyecto será: Recopilación de antecedentes preliminares: En esta etapa se realizará la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes de toda la información necesaria que ayudo a cumplir con los objetivos de este proyecto. Estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos enfocado al método PCI.

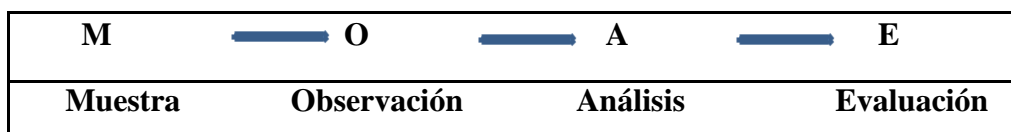
La evaluación a realizar será de tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información se hará de manera manual, no se utilizara software.

Se efectuará siguiendo el método del muestreo, en la que se determina la calidad y condición de la patología en las estructuras de concreto asfaltico.

Para muestrear la calle Francisco Bolognesi en la ciudad de Satipo se seleccionó las calles utilizando el método de muestreo estratificado formando estratos mayores y menores y el muestreo aleatorio simple para analizar en cada calle y determinar los tramos a muestrear, y así el promedio de los resultados sean satisfactorios.

Este diseño se grafica según el siguiente ideograma:

Tabla 08. Ideograma del Proyecto de Investigación.



Fuente: Elaboración propia (2017)

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Para la presente Investigación la población está dada por la delimitación geográfica del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Departamento Junín, involucrando las calles principales.

3.2.1. Muestra

Se seleccionará la cuarta (U - 01), tercera (U - 02) y segunda (U - 3) cuadra del Jirón Francisco Bolognesi, principalmente, esto en gran medida por tratarse de las vías de circulación más importantes y representativas de la ciudad.

Muestreo

Se seleccionarán de acuerdo a la metodología del PCI (explicado en el tema Patología de la Investigación), según adjunto en anexos.

- **Inclusión:** La evaluación se encuentra comprendida desde la segunda hasta la cuarta cuadra, con un ancho de 8 metros de superficie de pavimento flexible.
- **Exclusión:** En la evaluación no se encuentra contemplado la evaluación de intersecciones de calles.

Muestreo (M) : Pavimento Flexible
Unidad de Muestra : 03 unidades
Ancho de Pista : 8.00 metros

Tabla 09. Datos de las unidades de muestra.

Unidad de muestra	Longitud. (m)	Área (m2)
Unidad de muestra U - 01	112.32	898.56
Unidad de muestra U - 02	99.98	799.84
Unidad de muestra U - 03	99.95	799.60
TOTAL	312.25	2498.00

Fuente: Elaboración propia (2017)

Condiciones:

Si Muestra (M) \leq 150 Se toman todas

Si Muestra (M) $>$ 200 Se toma el 20% de M

Para el presente estudio se está tomando todas las muestra porque nos encontramos en el rango menor a 150 unidades de muestra, Asimismo para el presente caso se está trabajando solo la parte perimetral de la zona de muestra, siendo el área de trabajo 2,498.00 m2.

3.3. Definición y Operacionalización de Variables e Indicadores

Tabla 10. Operacionalización de variables e indicadores

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores
Patologías del asfalto	El problema de durabilidad de las estructuras de pavimento asfaltico se debe considerar bajo los siguientes aspectos:			Tipo, forma de falla
	<ul style="list-style-type: none"> • La clasificación de la agresividad del medio ambiente. 	Químicos	Mediante una observación visual, y luego se realizara una ficha técnica de evaluación.	Clase de falla
	<ul style="list-style-type: none"> • La clasificación de la resistencia del pavimento asfaltico al deterioro. 	Físicos		Nivel de severidad
	<ul style="list-style-type: none"> • Los modelos (preferentemente numéricos) del deterioro y envejecimiento de las estructuras de pavimento asfaltico. 	Mecánicos		Baja (Low=Baja)
				(1)
				Media (Medium=Media)
				(2)
				Alta (Hight=Alta)
				(3)

Fuente: Elaboración propia (2017)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la evaluación visual y toma de datos a través de Fichas Técnicas como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

La evaluación de la condición incluye los siguientes equipos:

- Wincha para medir longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y un flexómetro para establecer las profundidades del ahuellamiento o depresiones.
- Cámara fotográfica para consolidar nuestro panel fotográfico.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

3.5. Plan de análisis

El plan de análisis adoptado, estará comprendido de la siguiente manera:

- El análisis se realizará, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área de estudio, según los diferentes tramos proyectados en los planos.
- Evaluar de manera general la superficie del pavimento flexible del jirón Francisco Bolognesi, las cuales han sido seleccionada como unidades de muestra, de tal manera que podamos determinar los diferentes tipos de patologías que existen en base al método PCI.
- Proceder con la recopilación de información de campo, mediante mediciones para obtener cuadros informativos de tipos de patologías y su nivel de severidad.
- Realizar los cálculos necesarios en base al PCI, complementar y

contrastar resultados mediante el programa INGEPAV.

- Realizar un cuadro del ámbito de la investigación con los resultados que estarán comprendidos en lo siguiente:
 - La ubicación del área de estudio.
 - Los tipos de patologías existentes.
 - El índice de condición de integridad estructural del pavimento flexible.
 - Cuadros estadísticos de la condición operacional de la superficie del pavimento flexible por unidad de muestra.

3.6. Matriz de Consistencia

Tabla 11. Matriz de consistencia

Determinación y Evaluación de las Patologías del Asfalto para obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento y Condición Operacional de la superficie del Pavimento Flexible del Jirón Francisco Bolognesi del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, Enero - 2017			
<p>Caracterización del Problema</p> <p>El Distrito de Satipo, se encuentra ubicada geográficamente a 12°47' 06" de latitud sur y a 74° 58'17" de longitud oeste y a una altura promedio de 630.00 m. s. n. m. con una temperatura media mensual anual de 24.8 °C en Julio y 25.6 °C en Noviembre y Diciembre. La temperatura máxima media mensual varía entre 32.9 °C a 34.4 °C, la mínima entre 13.1 °C y 16.3 °C, de tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas, por ello se requiere de un nivel técnico apropiado para su ejecución.</p> <p>En la zona del Distrito de Satipo, existen diferentes tipos de pavimentos flexibles (elaborado de carpeta asfáltica) y pavimento rígido (elaborado de concreto), por ello el análisis de este proyecto se centra en las distintas calles de pavimento flexible, en la cual se observa que en</p>	<p>Enunciado del Problema</p> <p>¿En qué medida la determinación y la evaluación del nivel de las patologías del pavimento existente en el Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín, nos permitirá obtener el estado actual del pavimento de la avenida descrita e indicar las medidas correctivas y preventivas para la seguridad de las vías?</p> <p>Objetivos de la Investigación / Objetivo General Determinar un Índice de Condición de Pavimento Asfáltico, para el Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín, a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías.</p>	<p>Marco Teórico y Conceptual</p> <p>Se consultó en diferentes tesis y estudios específicos realizados de maneras nacionales e internacionales; también en manuales referentes a patologías en pavimentos asfálticos.</p> <p>Bases Teóricas</p> <p>El método PCI (<i>Pavement Condition Index</i>) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento atravésde inspeccionesvisuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta.</p> <p>METODOLOGIA</p> <p>Tipo de investigación</p> <p>Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación tipo descriptivo, no experimental, de corte transversal y tipo cualitativo.</p>	<p>Referencias Bibliográficas</p> <p>(1) Evaluación estructural de pavimentos flexibles con métodos de inteligencia artificial y auscultación no destructiva. (Beltrán G. México – 2012) http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5145/Tesis.pdf?sequence=1</p> <p>(2) Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. (Ing. Díaz J. Colombia – 2014) http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12102/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20metodolog%C3%ADa%20PCI%20como%20herramienta%20pa</p>

<p>un 100% de estos pavimentos presentan deterioro por desgaste, motivo por el cual se origina un truncamiento en el tránsito vial, el 30% presenta asentamientos o hundimientos notorios que perjudican al tránsito vial y el 45 % presenta fallas transversales, longitudinales y diagonales que se muestran en el pavimento.</p> <p>Para ello es necesario diagnosticar y determinar las patologías en las avenidas pavimentadas de concreto asfáltico del Distrito de Satipo, las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar un Índice de Condición de Pavimento (PCI) a partir de sus patologías.</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las patologías del concreto asfáltico existentes en el Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín. 2. Calcular el nivel de las patologías del concreto asfáltico e incidencias de las patologías en el Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín. 3. Establecer las correctivas y las previsiones para la seguridad de las estructuras del concreto asfáltico del Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín. 	<p>Nivel de Investigación</p> <p>El nivel de la investigación para el presente estudio, de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio de tipo descriptivo, explicativo y correlacionado.</p> <p>Diseño e la investigación El universo o Población</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Muestra b) Muestreo <p>Operacionalización de las Variables</p> <p>Definición conceptual Dimensiones Definición operacional Indicadores</p> <p>Técnicas e Instrumentos Plan de Análisis</p>	<p>ra%20la%20toma%20de%20decisiones%20en%20las%20intervenciones%20a%20realizar%20en%20los%20pavimentos%20flexibles.pdf</p> <p>(3) Evaluación integral de la vía local Cumaná – Cumanacoa (1001); progresiva 0+000 (puente aliviadero manzanares) hasta progresiva 10+000 (vía Cumanacoa), de los municipios sucre y montes del estado sucre. (Sánchez M. Venezuela – 2010) http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2600/1/41_TESISIC010S81.pdf</p>
---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia (2017)

3.7. Principios éticos

Como Bachiller en Ingeniería Civil, debemos promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de nuestra profesión, sirviendo con fidelidad, desarrollando nuestras capacidades basadas en el conocimiento y la experiencia al servicio de la sociedad, a nuestros empleadores y clientes, esforzándonos por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería, además de apoyar a las instituciones profesionales y académicas. Mi persona como Bachiller en Ingeniería Civil, estaremos al servicio de la sociedad, teniendo como obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de cada tarea profesional que nos sean asignadas.

Como principios éticos, debemos comprometernos con:

- A.** La Competencia y Perfeccionamiento.
- B.** La Relación con el público.
- C.** La Relación con la sociedad.
- D.** El ejercicio profesional.
- E.** Los Deberes con el Colegio.
- F.** La Relación con el público.

IV. Resultados

4.1. Resultados

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar y evaluar las patologías que presentan del pavimento flexible existente para obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento y Condición Operacional de la superficie del Pavimento flexible del jirón Francisco Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región Junín, a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías, por lo cual presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera objetiva, y lógica mostrados a través de tablas y gráficos descritos e interpretados.

Cabe indicar que en este capítulo se incluyen los resultados por cada Unidad de Muestra evaluada en función:

- Tipos de patologías presentes en cada una de las unidades de muestra.
- El nivel de severidad de las fallas en pavimentos flexibles.
- El porcentaje total área afectada en cada unidad de muestra, para establecer el grado de afectación.



Figura 63. Vista panorámica de la zona de estudio del Jirón Francisco Bolognesi (cuadra 02 – cuadra 04)

4.1.1. Resultados de la cuadra 01

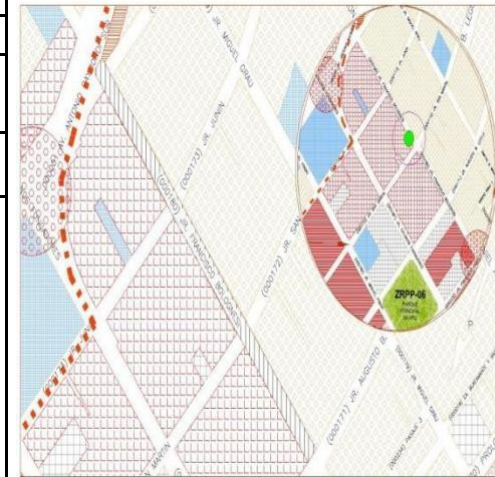
Unidad de muestra U-01



Figura 64. Unidad de muestra U-01.

Tabla 12. Hoja de registro de la unidad de muestra U-01 del Jirón Francisco Bolognesi

METODO PCI							ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VÍA:		Jirón Francisco Bolognesi cdra. 04		SECCIÓN :	TOTAL		UNIDAD DE MUESTRA:	U-01		
EJECUTOR :		Bach/Ing. Juan G. Aquino Aliaga		FECHA :	19/03/2017		AREA :	898.56 m2		
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamientos								
2. Exudación	9. Desnivel carril - berma	16. Deslizamiento								
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas longitudinales y transversales	17. Grietas parabólicas								
4. Abultamientos y hundimientos	11. Parcheo y acometidas de servicios públicos	18. Hinchamiento								
5. Corrugación	12. Pulimiento de agregados	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados								
6. Depresión	13. Huecos									
7. Grieta de borde	14. Cruce de vía férrea									
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1M	0.84	1.75	3.48				6.07	0.68%	19	
3L	0.84						0.84	0.09%	0	
4L	1.00						1.00	0.11%	0	
4H	0.68	2.24					2.92	0.32%	20	
9L	1.2	1.45	2.45	1.35			6.45	0.72%	0	
10L	4.25	3.2					7.45	0.83%	0	
11L	1.13						1.13	0.13%	0	
11M	0.48	0.8	1	1.12	8.98		12.38	1.38%	11	
12	4.4	3.52	24.8	3.08	48	86.8	170.6	18.99%	7.9	
13L	0.4	0.38	0.14				0.92	0.10%	1.8	
13M	1.41	0.14					1.55	0.17%	8.2	



Fuente: Elaboración propia (2017)

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

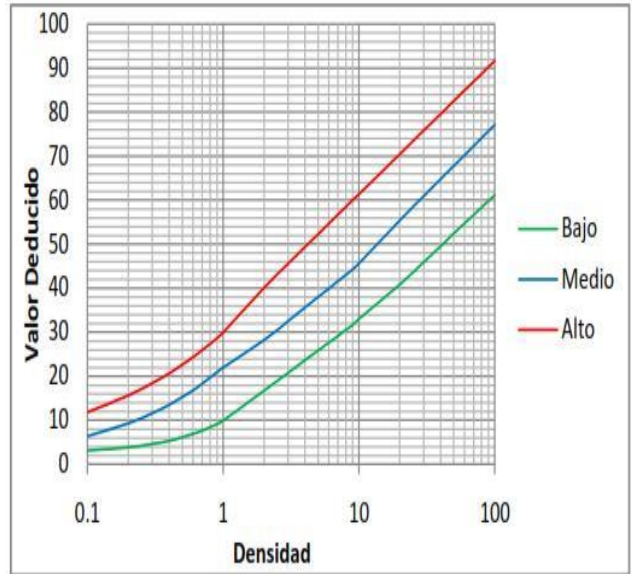


Figura 65. Valores deducidos para piel de cocodrilo en U - 01.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00	-	-	-
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

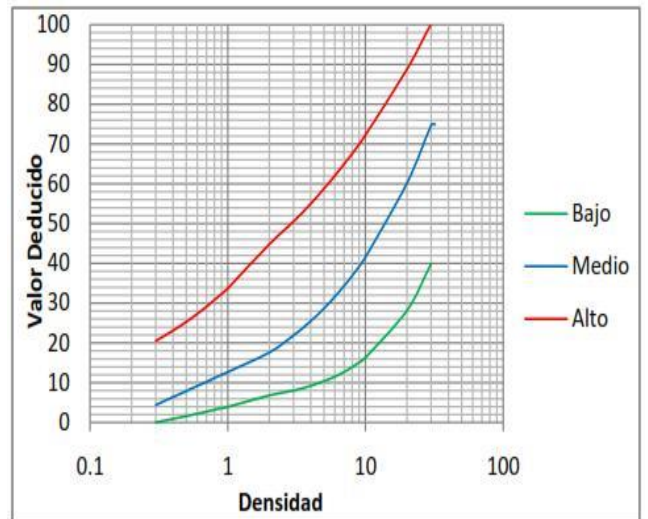


Figura 66. Valores deducidos para Abultamientos y hundimientos en

U-01.

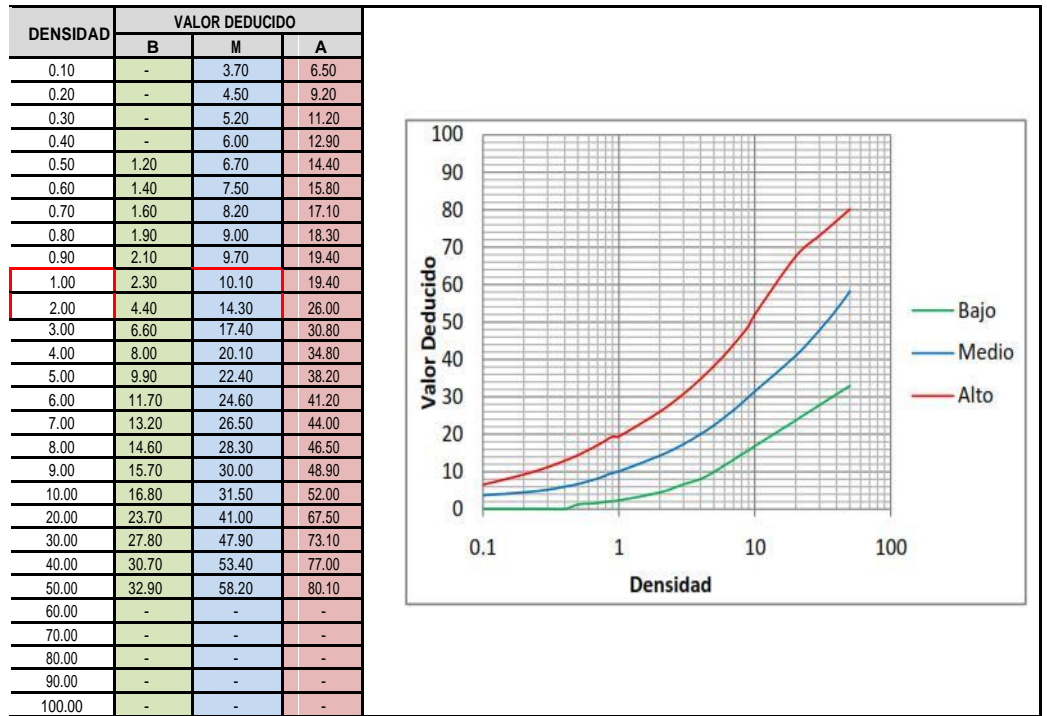


Figura 67. Valores deducidos para parcheo en U - 01.

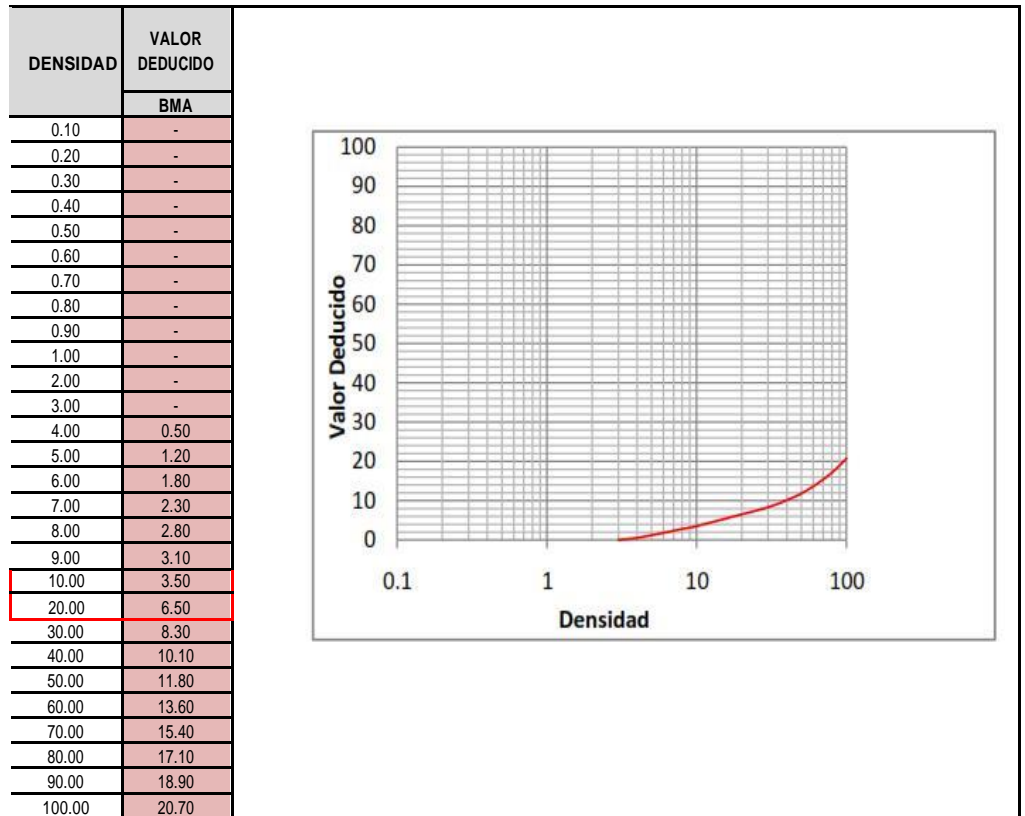


Figura 68. Valores deducidos para pulimiento de agregados en U -

01.

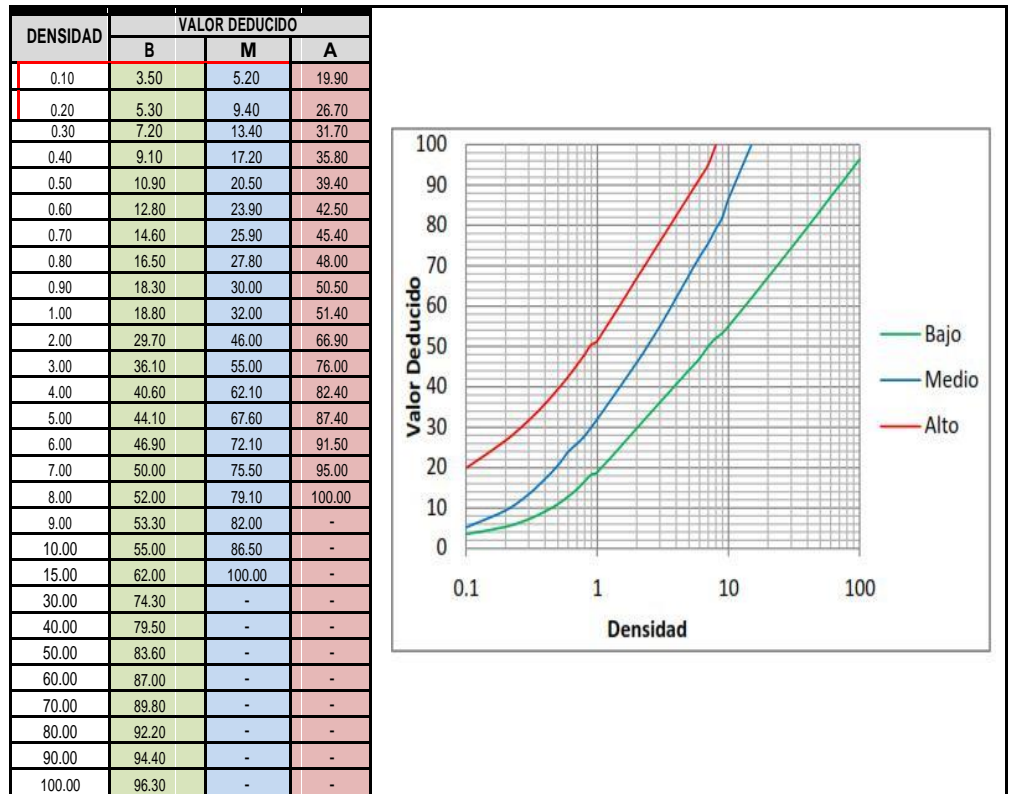


Figura 69. Valores deducidos para huecos en U - 01.

Tabla 13. Cálculo de Valores Deducidos Corregidos de la unidad de muestra U - 01

CALCULO DEL VRC

ZONA : JIRON FRANCISCO BOLOGNESI CUADRA : 04

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$m = 1 + (9 / 95) * (100 - VAR)$

Donde:
m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).
VAR = Valor individual mas alto de VR

VAR = 20.00 m = 8.35

CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

#	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	20.00	19.00	11.00	8.20	7.90	66.10	5.00	32.10
2	20.00	19.00	11.00	8.20	2.00	60.20	4.00	32.00
3	20.00	19.00	11.00	2.00	2.00	54.00	3.00	34.00
4	20.00	19.00	2.00	2.00	2.00	45.00	2.00	33.80
5	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	28.00	1.00	28.90
MÁXIMO VDV								34.00

Fuente: Elaboración propia (2017)

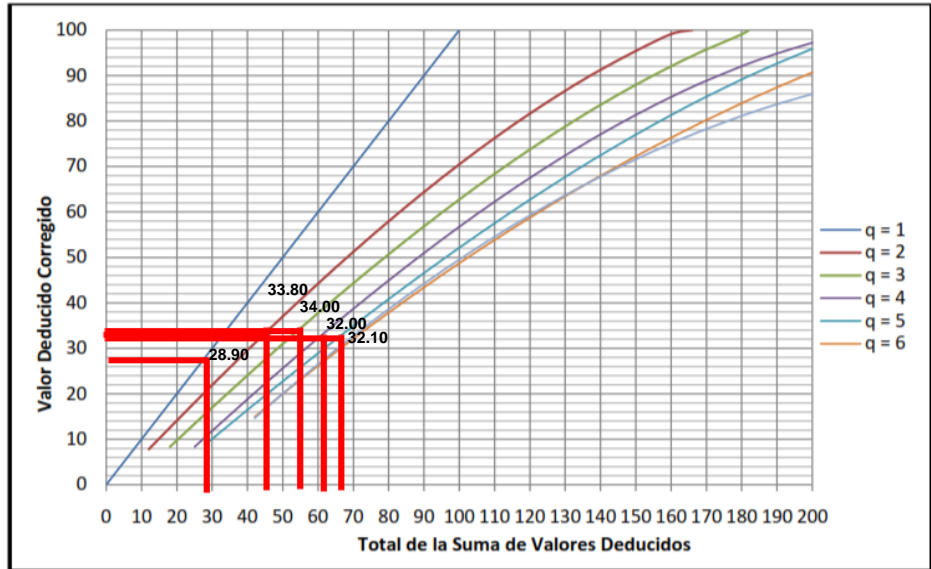


Figura 70. Abaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de muestra U – 01.

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.00	0.00						
10.00	10.00						
12.00	12.00	8.00					
18.00	18.00	12.50	8.00				
20.00	20.00	14.00	10.00				
25.00	25.00	18.00	13.50	8.00			
28.00	28.00	20.40	15.60	10.40	8.00		
30.00	30.00	22.00	17.00	12.00	10.00		
40.00	40.00	30.00	24.00	19.00	17.00		
42.00	42.00	31.40	25.40	20.40	18.20	15.00	15.00
50.00	50.00	37.00	31.00	26.00	23.00	20.00	20.00
60.00	60.00	44.00	38.00	33.00	29.00	26.00	26.00
70.00	70.00	51.00	44.50	39.00	35.00	32.00	32.00
80.00	80.00	58.00	50.50	45.00	41.00	38.00	38.00
90.00	90.00	64.00	57.00	51.00	46.00	44.00	44.00
100.00	100.00	71.00	63.00	57.00	52.00	49.00	49.00
110.00		76.00	68.00	62.00	57.00	54.00	54.00
120.00		81.00	73.00	68.00	62.00	59.00	59.00
130.00		86.00	78.50	73.00	67.00	63.00	63.00
135.00		88.50	81.50	75.50	69.50	65.00	65.00
140.00		91.00	84.00	78.00	72.00	68.00	67.00
150.00		94.00	88.00	82.00	76.00	72.00	70.00
160.00		98.00	93.00	86.00	81.00	76.00	74.00
166.00		100.00	94.80	88.40	83.40	79.00	75.20
170.00			96.00	90.00	85.00	81.00	76.00
180.00			99.00	93.00	88.00	84.00	79.00
182.00			100.00	93.60	88.60	84.80	79.60
190.00				96.00	91.00	88.00	82.00
200.00				98.00	94.00	90.00	84.00

Figura 71. Grafico para hallar Valores Deducidos Corregidos

(VDC), de la Unidad de muestra U – 01.

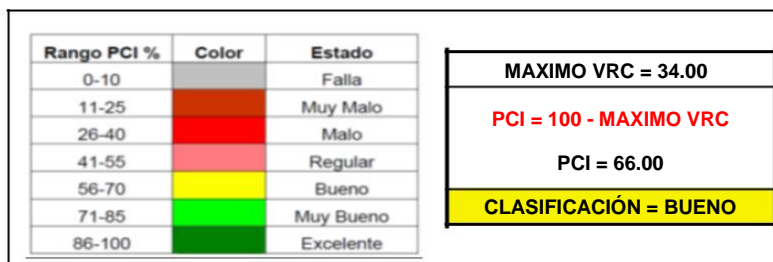


Figura 72. Clasificación de la U – 01 del Jirón Francisco Bolognesi.

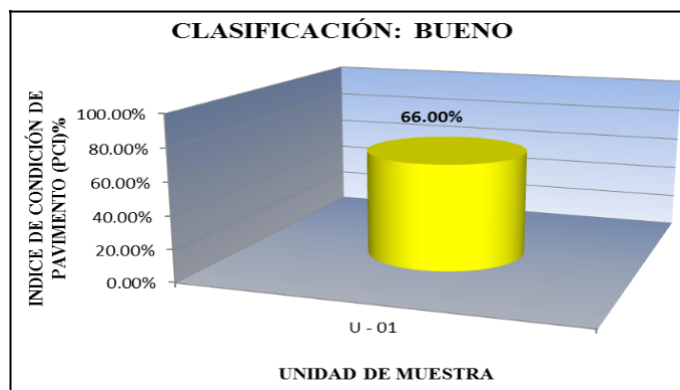


Figura 73. Gráfico de la Clasificación de la U – 01 del Jirón Francisco Bolognesi.

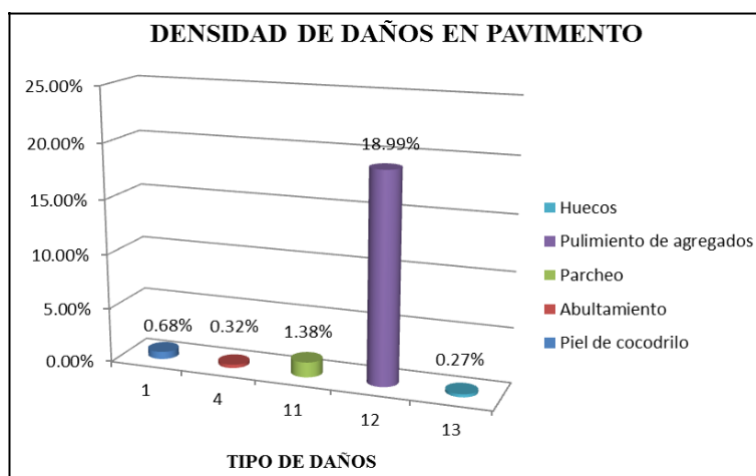


Figura 74. Gráfico de Índice de patologías registradas en el pavimento flexible de la Unidad de muestra U – 01.

Descripción e Interpretación

La unidad de muestra U-01 tiene 898.56 m² y pertenece a la cuadra 04 del Jirón Francisco Bolognesi. Las fallas encontradas con nivel de

severidad bajo fueron: agrietamiento en bloque, desnivel carril – berma, grietas longitudinales y pulimiento de agregados.

Además se registraron parches y huecos de severidad baja y media.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es de abultamientos y hundimientos, piel de cocodrilo, el cual refiere a una falla estructural (que afectan considerablemente al paquete estructural). Seguida de esta falla está la de pulimiento de agregados que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en todo el área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son los agrietamientos en bloque y el desnivel carril – berma de severidad baja, pues sus áreas son pequeñas, comparada con el área total inspeccionada.

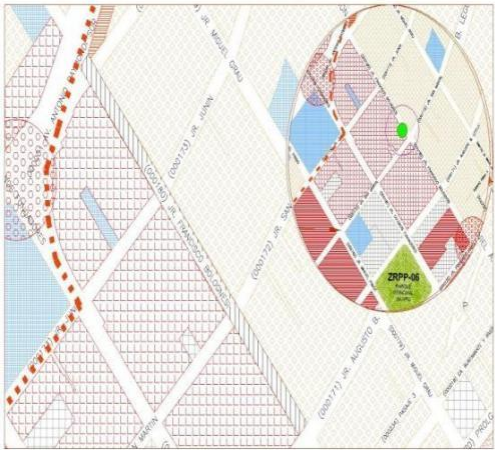
Se hace mención que se obtuvieron 5 valores deducidos: 20, 19, 11, 8.2 y 7.9. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 34, dando como resultado un **PCI de 66** que corresponde a un pavimento en estado **BUENO**.

Unidad de muestra U-02



Figura 75. Unidad de muestra U-02.

Tabla 14. Hoja de registro de la unidad de muestra U-02 del Jirón Francisco Bolognesi

METODO PCI							ESQUEMA		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
NOMBRE DE LA VIA:		Jirón Francisco Bolognesi cdra. 03		SECCIÓN :	TOTAL		UNIDAD DE MUESTRA:	U-02	
EJECUTOR :		Bach/Ing. Juan G. Aquino Aliaga		FECHA :	19/03/2017		AREA :	799.84 m2	
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Ahuellamiento							
2. Exudación	9. Desnivel carril - berma	16. Deslizamiento							
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas longitudinales y transversales	17. Grietas parabólicas							
4. Abultamientos y hundimientos	11. Parcheo y acometidas de servicios públicos	18. Hinchamiento							
5. Corrugación	12. Pulimiento de agregados	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados							
6. Depresión	13. Huecos								
7. Grieta de borde	14. Cruce de vía férrea								
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	0.85	0.3					1.15	0.14%	5
1M	5.2	1.6	1.9	2.05	1.82		12.57	1.57%	24
1H	8.55						8.55	1.07%	31
9L	2.25	3.4					5.65	0.71%	0
10L	22.4	2.1					24.5	3.06%	2.8
11L	3.6						3.6	0.45%	0
11M	1.8						1.8	0.23%	5
11H	1.21	3.08	1.6	3.69	27		36.58	4.57%	36
12	14	23.92	48				85.92	10.74%	5
13M	0.38	0.25	0.4	0.25	0.45	0.55	3.23	0.40%	17.9
13M	0.95								

Fuente: Elaboración propia (2017)

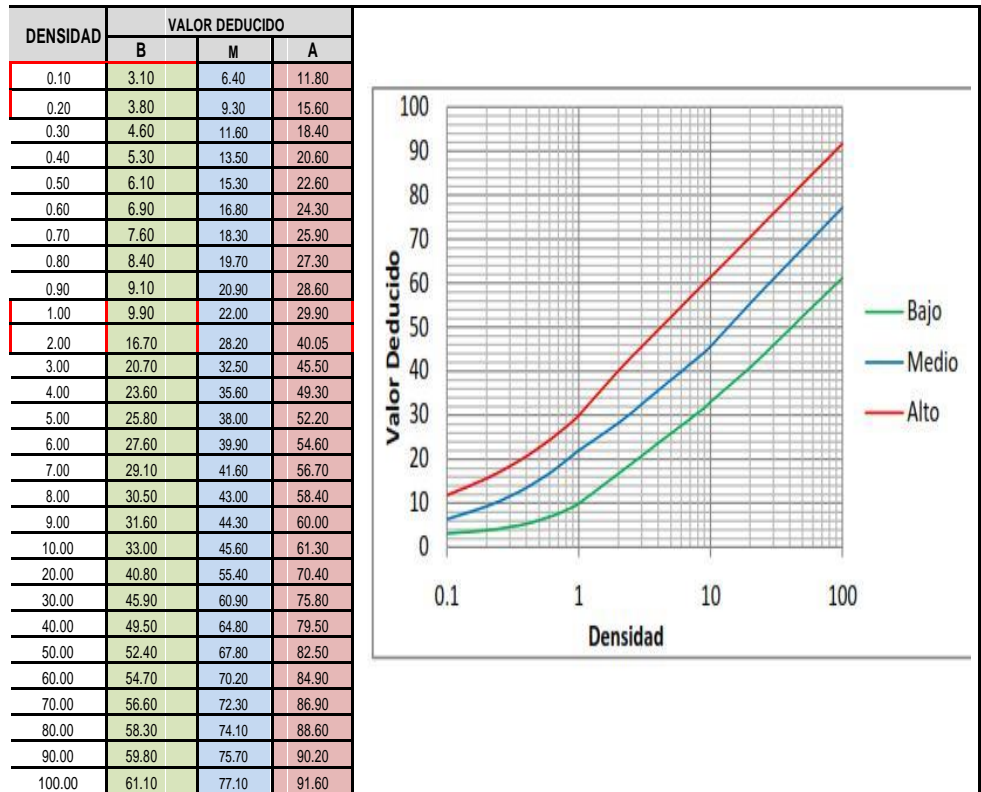


Figura 76. Valores deducidos para piel de cocodrilo en U - 02.

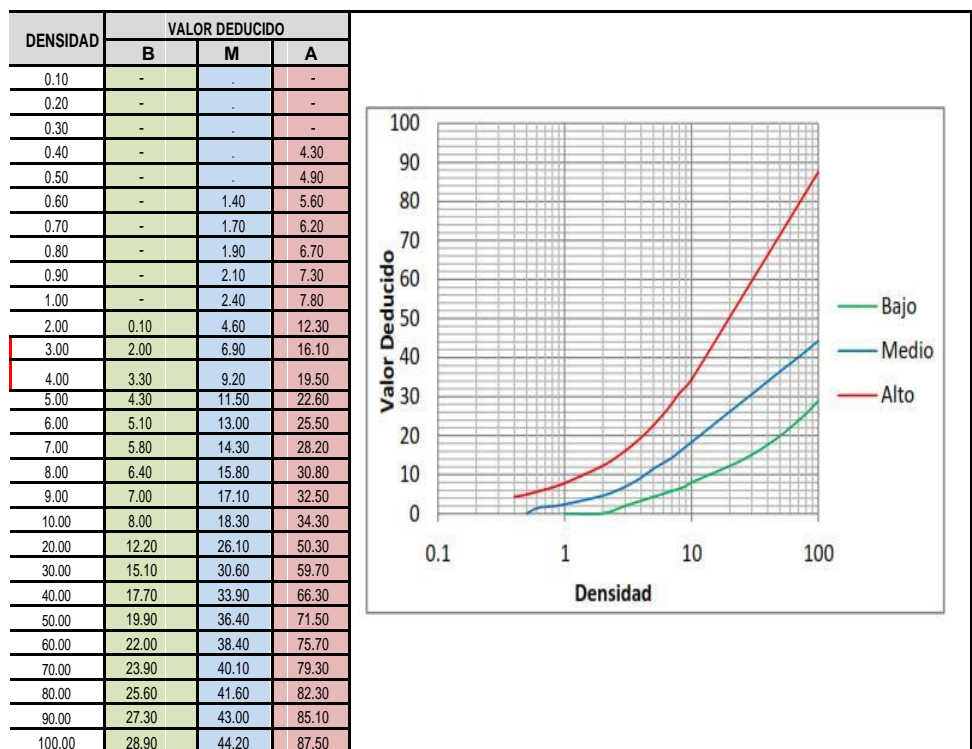


Figura 77. Valores deducidos para Grietas Longitudinales y

Transversales en U - 02.

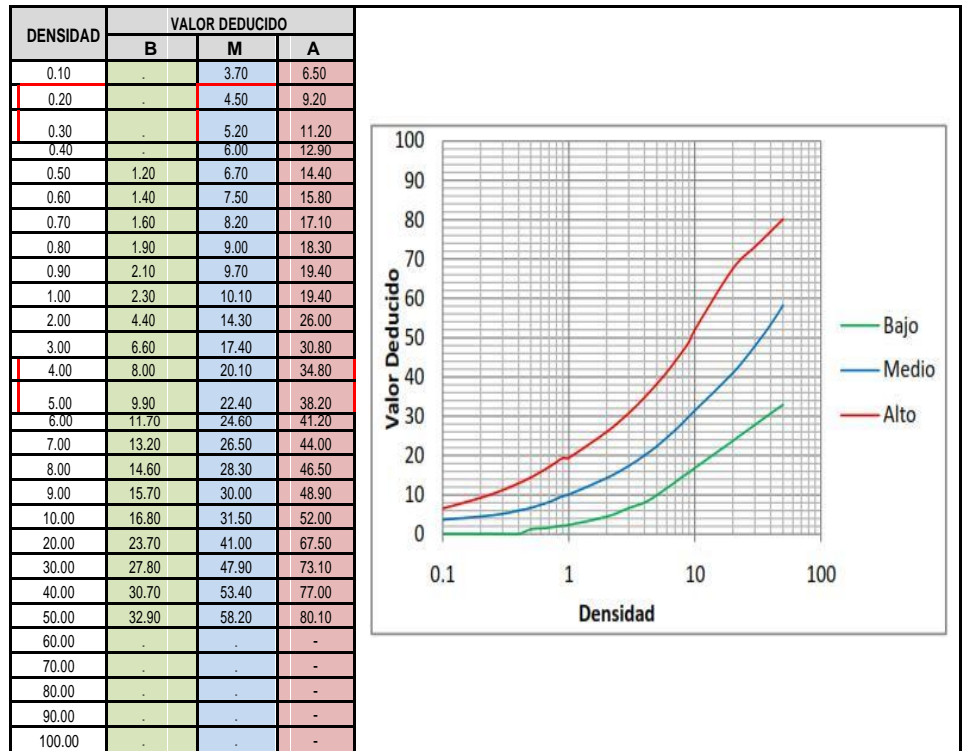


Figura 78. Valores deducidos para parcheo en U - 02.

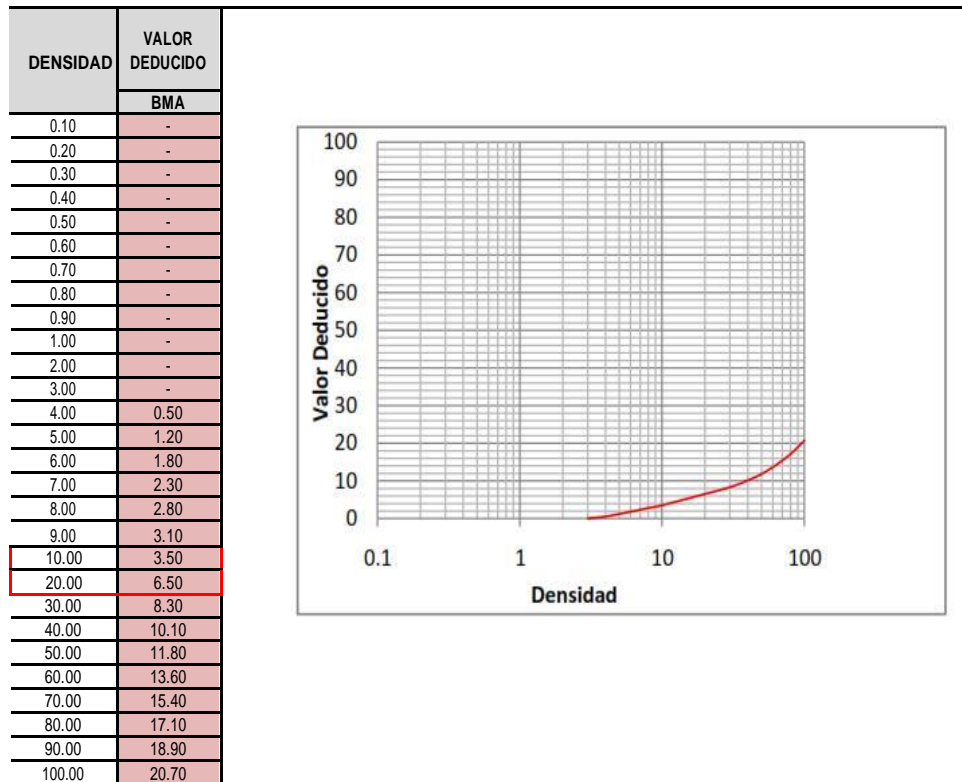


Figura 79. Valores deducidos para pulimiento de agregados en U -

02.

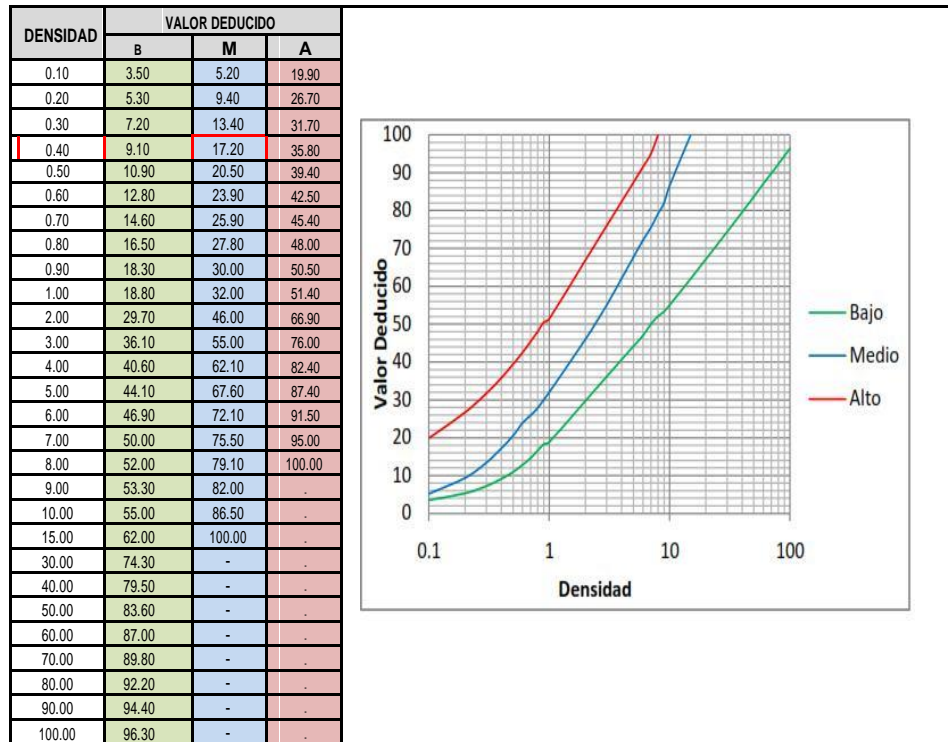


Figura 80. Valores deducidos para huecos en U - 02.

Tabla 15. Cálculo de Valores Deducidos Corregidos de la unidad de muestra U - 02

CALCULO DEL VRC

ZONA : **JIRON FRANCISCO BOLOGNESI** CUADRA : **03**

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

Donde:
m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).
VAR = Valor individual mas alto de VR

VAR = 36.00 **m = 6.88**

CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

#	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	36.00	31.00	24.00	17.90	5.00	5.00	4.50	123.40	7.00	60.00
2	36.00	31.00	24.00	17.90	5.00	5.00	2.00	120.90	6.00	59.80
3	36.00	31.00	24.00	17.90	5.00	2.00	2.00	117.90	5.00	62.00
4	36.00	31.00	24.00	17.90	2.00	2.00	2.00	114.90	4.00	66.00
5	36.00	31.00	24.00	2.00	2.00	2.00	2.00	99.00	3.00	63.80
6	36.00	31.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	77.00	2.00	56.00
7	36.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.00	1.00	48.00
MÁXIMO VDV										66.00

Fuente: Elaboración propia (2017)

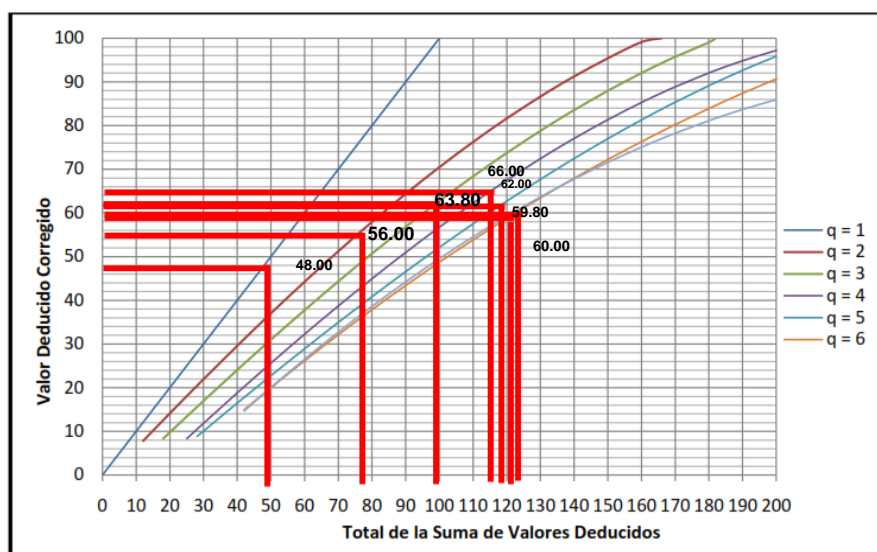


Figura 81. Abaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de muestra U – 02.

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.00	0.00						
10.00	10.00						
12.00	12.00	8.00					
18.00	18.00	12.50	8.00				
20.00	20.00	14.00	10.00				
25.00	25.00	18.00	13.50	8.00			
28.00	28.00	20.40	15.60	10.40	8.00		
30.00	30.00	22.00	17.00	12.00	10.00		
40.00	40.00	30.00	24.00	19.00	17.00		
42.00	42.00	31.40	25.40	20.40	18.20	15.00	15.00
50.00	50.00	37.00	31.00	26.00	23.00	20.00	20.00
60.00	60.00	44.00	38.00	33.00	29.00	26.00	26.00
70.00	70.00	51.00	44.50	39.00	35.00	32.00	32.00
80.00	80.00	58.00	50.50	45.00	41.00	38.00	38.00
90.00	90.00	64.00	57.00	51.00	46.00	44.00	44.00
100.00	100.00	71.00	63.00	57.00	52.00	49.00	49.00
110.00		76.00	68.00	62.00	57.00	54.00	54.00
120.00		81.00	73.00	68.00	62.00	59.00	59.00
130.00		86.00	78.50	73.00	67.00	63.00	63.00
135.00		88.50	81.50	75.50	69.50	65.00	65.00
140.00		91.00	84.00	78.00	72.00	68.00	67.00
150.00		94.00	88.00	82.00	76.00	72.00	70.00
160.00		98.00	93.00	86.00	81.00	76.00	74.00
166.00		100.00	94.80	88.40	83.40	79.00	75.20
170.00			96.00	90.00	85.00	81.00	76.00
180.00			99.00	93.00	88.00	84.00	79.00
182.00			100.00	93.60	88.60	84.80	79.60
190.00				96.00	91.00	88.00	82.00
200.00				98.00	94.00	90.00	84.00

Figura 82. Grafico para hallar Valores Deducidos Corregidos

(VDC), de la Unidad de muestra U – 02.

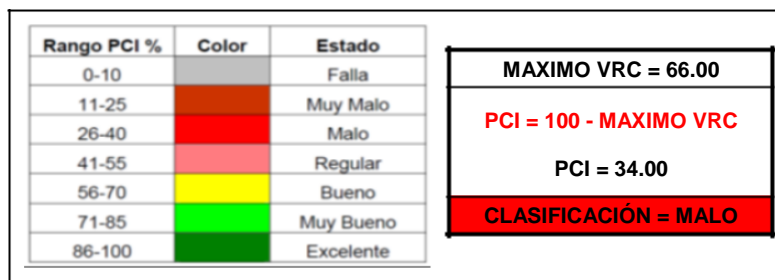


Figura 83. Clasificación de la U – 02 del Jirón Francisco Bolognesi.

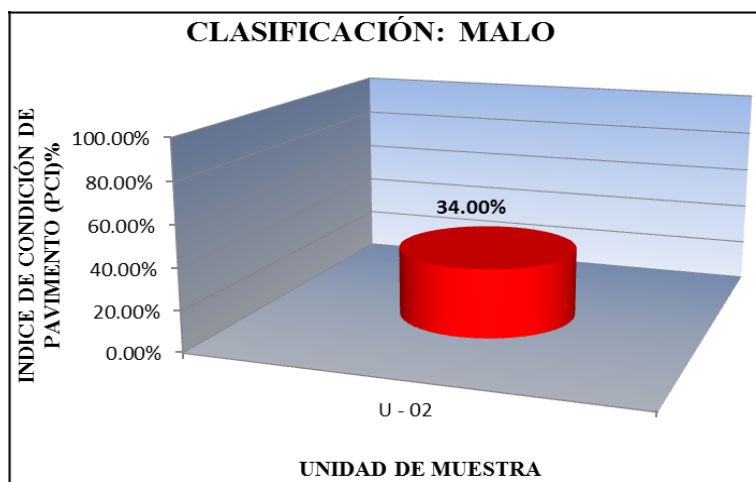


Figura 84. Gráfico de la Clasificación de la U – 02 del Jirón Francisco Bolognesi.

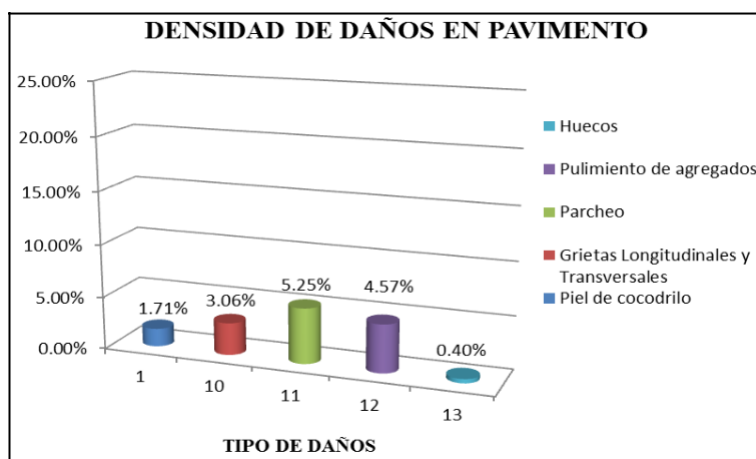


Figura 85. Gráfico de Índice de patologías registradas en el pavimento flexible de la Unidad de muestra U – 02.

Descripción e Interpretación

La unidad de muestra U-02 tiene 799.84 m² y pertenece a la cuadra 03 del Jirón Francisco Bolognesi.

Las fallas encontradas con nivel de severidad baja fueron: piel de cocodrilo, desnivel carril – berma, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de agregados. Además se registraron parches y huecos de severidad media. La falla más influyente en el deterioro del pavimento es de grietas longitudinales y transversales, parches. Seguida de esta falla está la de agregado pulido que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en todo el área.


Se hace mención que se obtuvieron 7 valores deducidos: 36, 31, 24, 17.9, 5, 5 y 4.5. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 66, dando como resultado un **PCI de 34** que corresponde a un pavimento en estado **MALO**.

Unidad de muestra U-03



Figura 86. Unidad de muestra U-03.

Tabla 16. Hoja de registro de la unidad de muestra U-03 del Jirón Francisco Bolognesi

METODO PCI							ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE LA VIA: Jirón Francisco Bolognesi cdra. 02		SECCIÓN : TOTAL			UNIDAD DE MUESTRA : U-03					
EJECUTOR : Bach/Ing. Juan G. Aquino Aliaga		FECHA : 19/03/2017			AREA : 799.60 m2					
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta			15. Ahuellamiento					
2. Exudación		9. Desnivel carril - berma			16. Deslizamiento					
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas longitudinales y transversales			17. Grietas parabólicas					
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parcheo y acometidas de servicios públicos			18. Hinchamiento					
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados			19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
6. Depresión		13. Huecos								
7. Grieta de borde		14. Cruce de vía férrea								
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.6						0.6	0.08%	4	
1M	3.08	3					6.08	0.76%	19	
4M	1.6	7					8.6	1.08%	12	
9L	1.55						1.55	0.19%	0	
10M	4.5						4.5	0.56%	0	
11H	4.8	2.09	1.8	0.9	3.08	0.96	18.83	2.35%	26.8	
11H	1.12	2.7	1.02	0.36						
12	1.13	2.52	1.35	5.5	28.8	40.2	144.5	18.07%	5.8	
12	62	3								
13L	0.18	0.3	1.56	1.05	1.4		4.49	0.56%	11.58	
13M	1.05	0.35	0.28	0.3	1.1	0.2	3.28	0.41%	19	
13H	0.48						0.48	0.06%	0	

Fuente: Elaboración propia (2017)

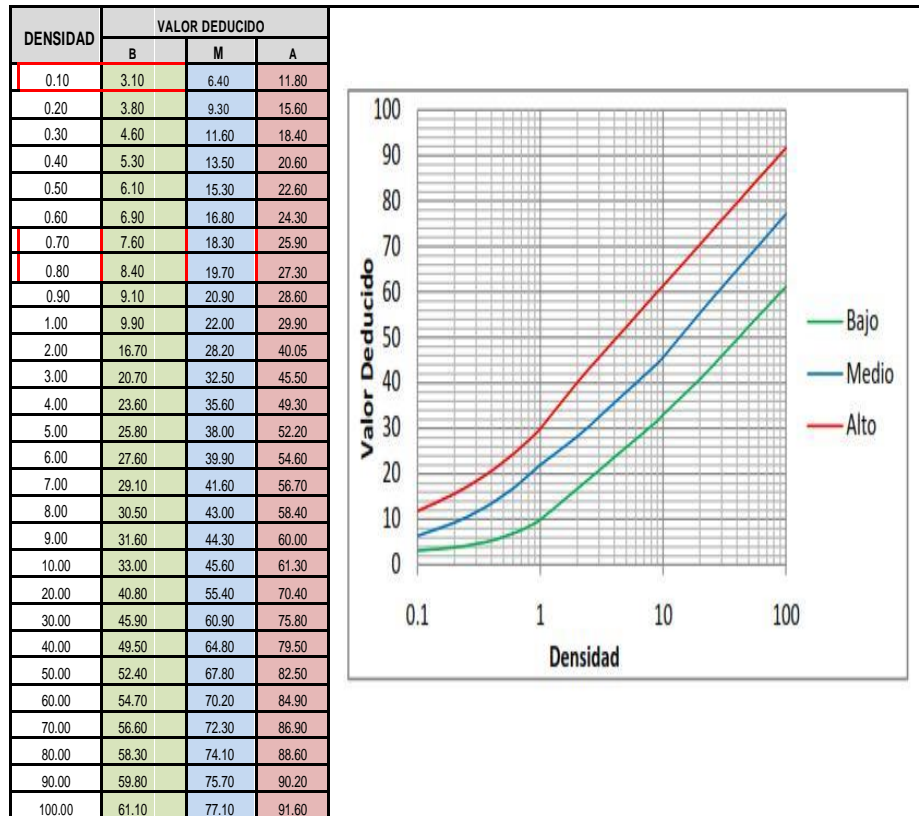


Figura 87. Valores deducidos para piel de cocodrilo en U - 03.

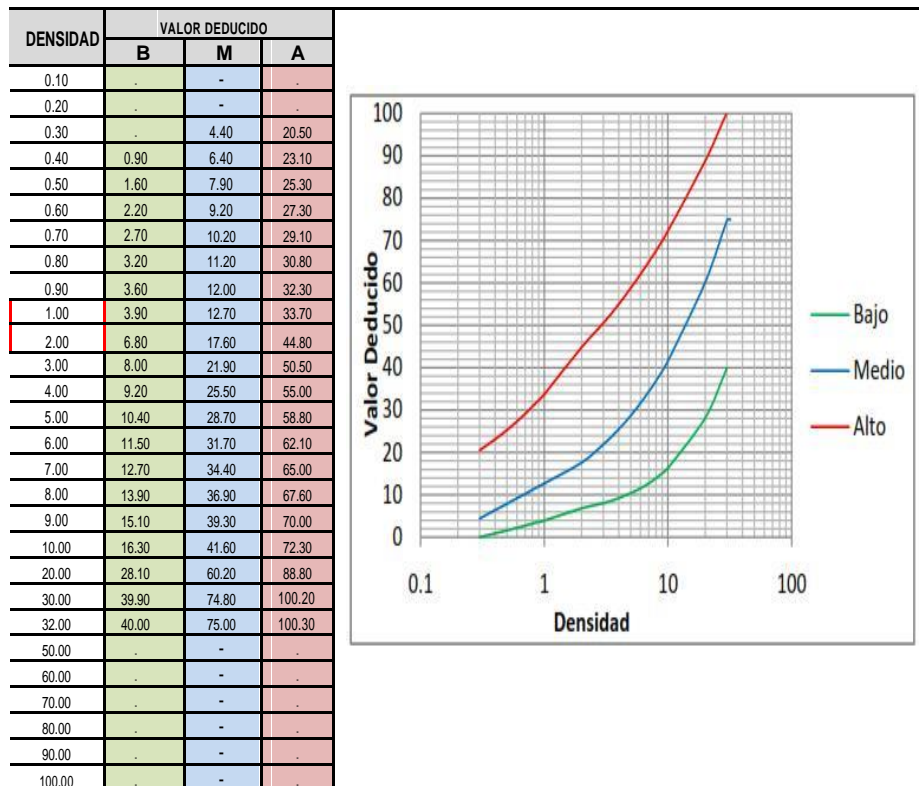


Figura 88. Valores deducidos para Abultamientos y Hundimientos

en U - 03.

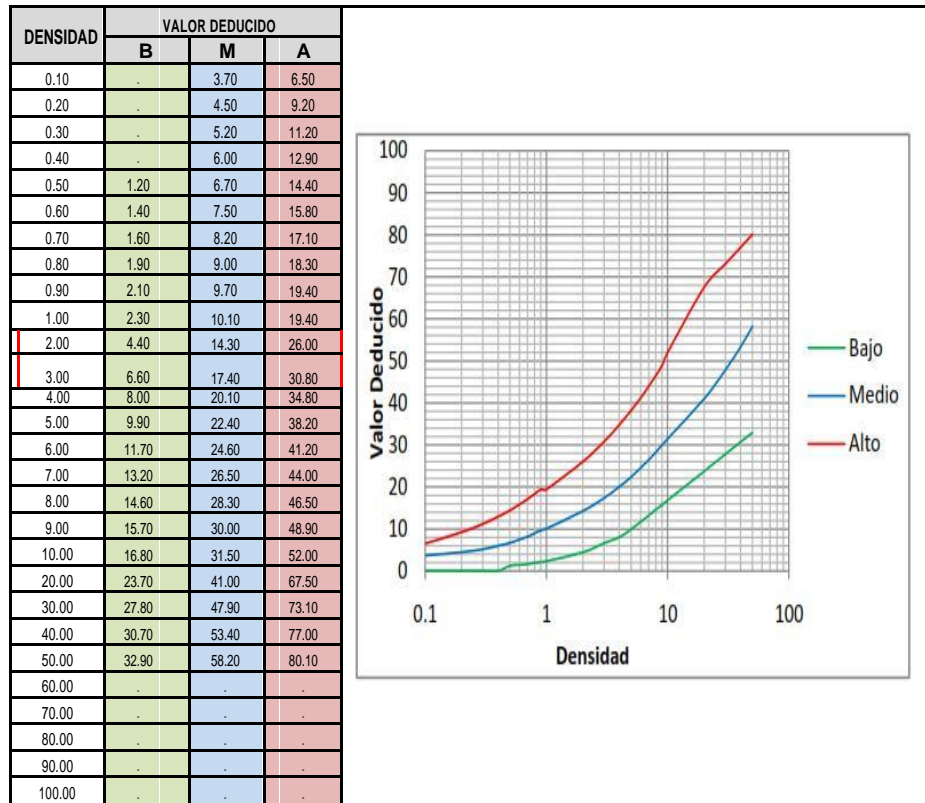


Figura 89. Valores deducidos para parcheo en U - 03.

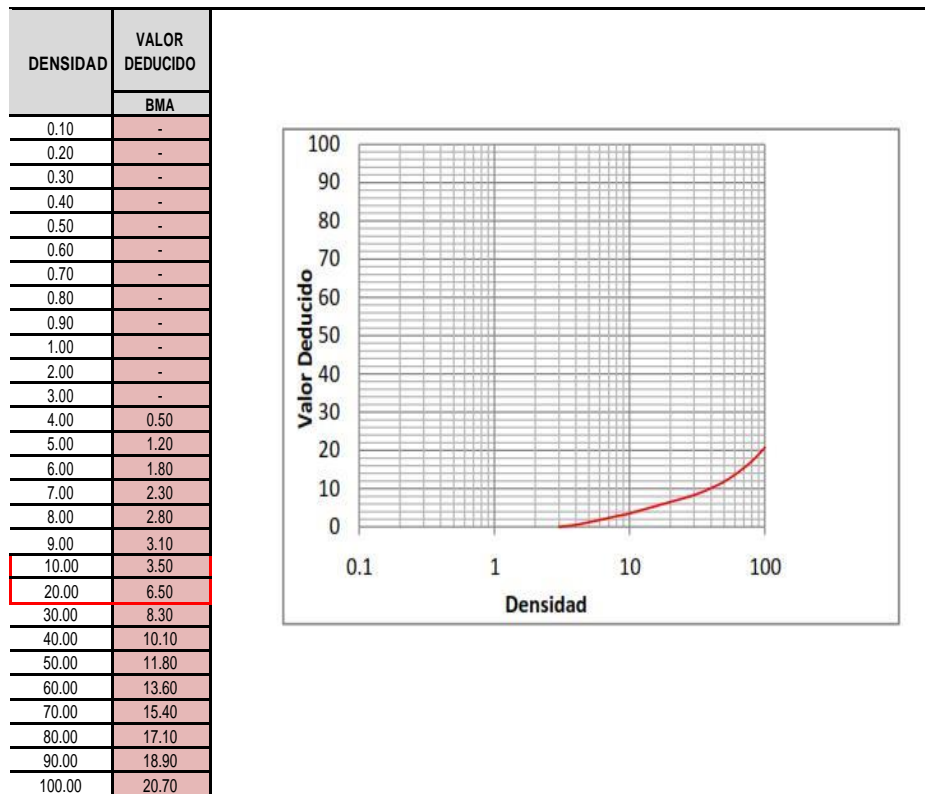


Figura 90. Valores deducidos para pulimiento de agregados en U -

03.

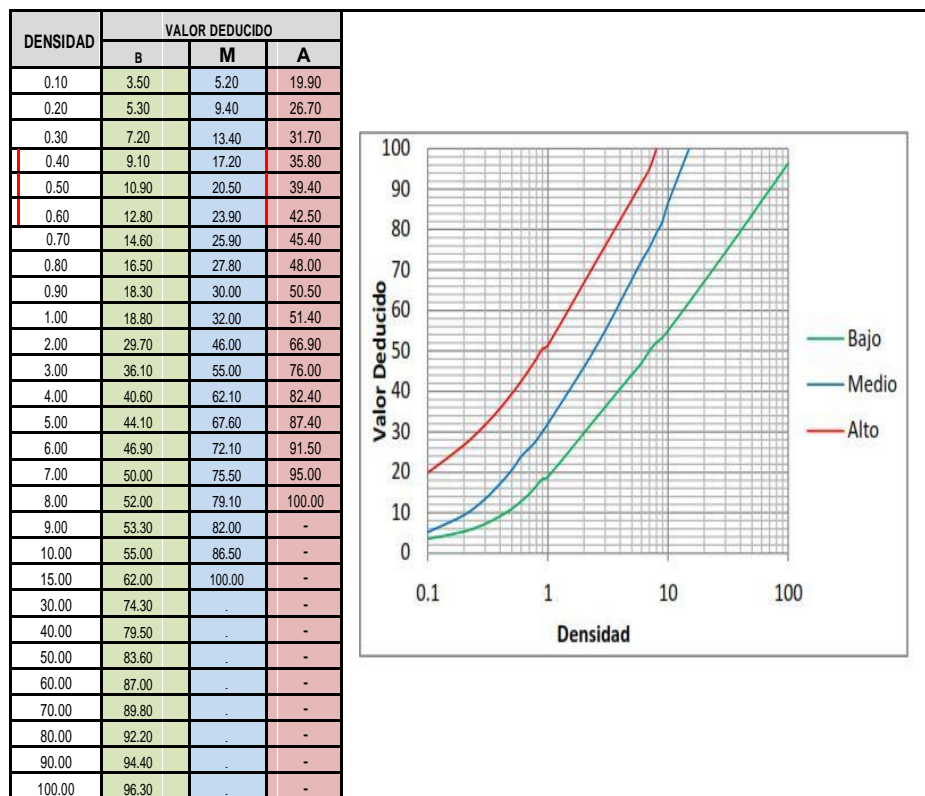


Figura 91. Valores deducidos para huecos en U - 03.

Tabla 17. Cálculo de Valores Deducidos Corregidos de la unidad de muestra U - 03

ZONA : **JIRON FRANCISCO BOLOGNESI** CUADRA **02**

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

Donde:
 m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).
 VAR = Valor individual mas alto de VR

VAR = 26.80 **m = 7.72**

CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

#	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	26.80	19.00	19.00	12.00	11.58	5.80	4.00	98.18	7.00	48.00
2	26.80	19.00	19.00	12.00	11.58	5.80	2.00	96.18	6.00	46.10
3	26.80	19.00	19.00	12.00	11.58	2.00	2.00	92.38	5.00	46.00
4	26.80	19.00	19.00	12.00	2.00	2.00	2.00	82.80	4.00	45.90
5	26.80	19.00	19.00	2.00	2.00	2.00	2.00	72.80	3.00	46.00
6	26.80	19.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	55.80	2.00	41.00
7	26.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	38.80	1.00	38.50
MÁXIMO VDV										48.00

Fuente: Elaboración propia (2017)

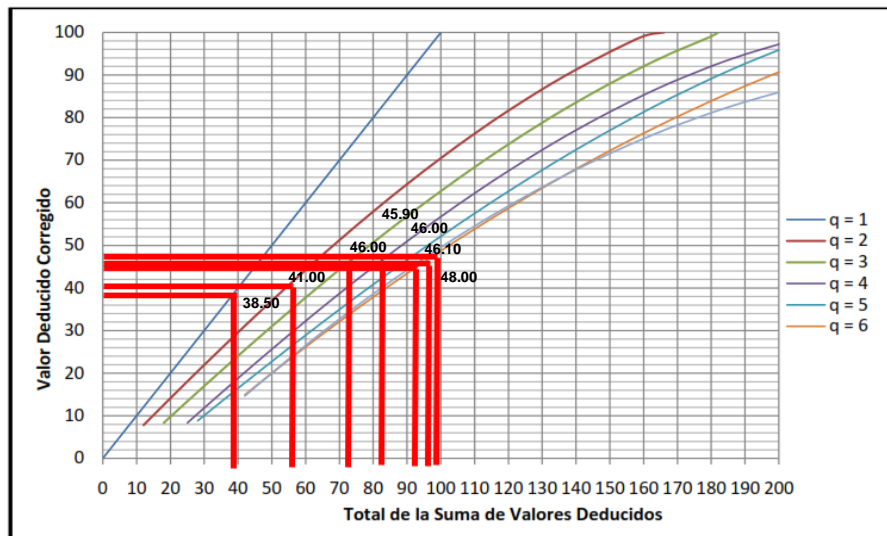


Figura 92. Abaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la Unidad de muestra U – 03.

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.00	0.00						
10.00	10.00						
12.00	12.00	8.00					
18.00	18.00	12.50	8.00				
20.00	20.00	14.00	10.00				
25.00	25.00	18.00	13.50	8.00			
28.00	28.00	20.40	15.60	10.40	8.00		
30.00	30.00	22.00	17.00	12.00	10.00		
40.00	40.00	30.00	24.00	19.00	17.00		
42.00	42.00	31.40	25.40	20.40	18.20	15.00	15.00
50.00	50.00	37.00	31.00	26.00	23.00	20.00	20.00
60.00	60.00	44.00	38.00	33.00	29.00	26.00	26.00
70.00	70.00	51.00	44.50	39.00	35.00	32.00	32.00
80.00	80.00	58.00	50.50	45.00	41.00	38.00	38.00
90.00	90.00	64.00	57.00	51.00	46.00	44.00	44.00
100.00	100.00	71.00	63.00	57.00	52.00	49.00	49.00
110.00		76.00	68.00	62.00	57.00	54.00	54.00
120.00		81.00	73.00	68.00	62.00	59.00	59.00
130.00		86.00	78.50	73.00	67.00	63.00	63.00
135.00		88.50	81.50	75.50	69.50	65.00	65.00
140.00		91.00	84.00	78.00	72.00	68.00	67.00
150.00		94.00	88.00	82.00	76.00	72.00	70.00
160.00		98.00	93.00	86.00	81.00	76.00	74.00
166.00		100.00	94.80	88.40	83.40	79.00	75.20
170.00			96.00	90.00	85.00	81.00	76.00
180.00			99.00	93.00	88.00	84.00	79.00
182.00			100.00	93.60	88.60	84.80	79.60
190.00				96.00	91.00	88.00	82.00
200.00				98.00	94.00	90.00	84.00

Figura 93. Grafico para hallar Valores Deducidos Corregidos

(VDC), de la Unidad de muestra U – 03.

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

MAXIMO VRC = 48.00
PCI = 100 - MAXIMO VRC
PCI = 52.00
CLASIFICACIÓN = REGULAR

Figura 94. Clasificación de la U – 03 del Jirón Francisco Bolognesi.

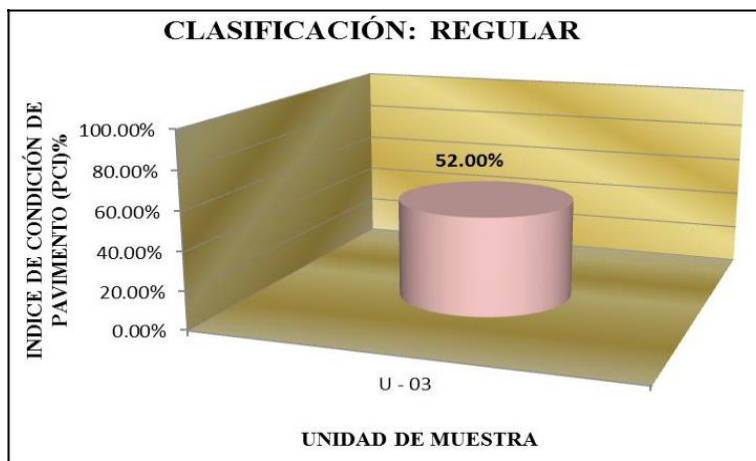


Figura 95. Gráfico de la Clasificación de la U – 03 del Jirón Francisco Bolognesi.

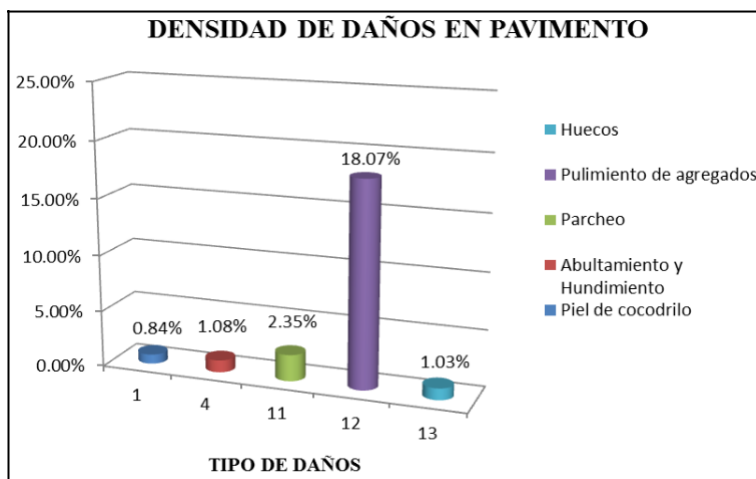


Figura 96. Gráfico de Índice de patologías registradas en el pavimento flexible de la Unidad de muestra U – 03.

Descripción e Interpretación

La unidad de muestra U-03 tiene 799.60 m² y pertenece a la cuadra 02 del Jirón Francisco Bolognesi. Las fallas encontradas con nivel de

severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, huecos, desnivel carril – berma y pulimiento de agregados.

Además se registraron grietas longitudinales y transversales, huecos de severidad media.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es de parches, ya que las áreas deterioradas y subsanadas anteriormente no se desarrollaron con la calidad necesaria, se presenta en la zona final de la muestra U-03 de la superficie analizada. Seguida de esta falla está la de pulimiento de agregados que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en todo el área.

Las fallas que menos afectan al pavimento es el desnivel carril – berma de severidad baja, pues sus áreas son pequeñas, comparada con el área total inspeccionada.

El desnivel carril – berma, grietas longitudinales y transversales de severidad baja y media, no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Es por ello que el valor deducido es cero.

Se hace mención que se obtuvieron 7 valores deducidos: 26.8, 19, 19, 12, 11.58, 5.8 y 4.

Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 48, dando como resultado un **PCI de 52** que corresponde a un pavimento en estado **REGULAR**.

4.2. Resumen de resultados

En la presente investigación se logró la evaluación del pavimento flexible existente en el Jirón Francisco Bolognesi del distrito de Satipo, Provincia de Satipo - Junín.

Tabla 18. Resumen de resultados PCI en el Jirón Francisco Bolognesi

RESUMEN DE RESULTADOS				
Unidad de muestra	PCI Unidad de muestra	Clasificación	PCI	Clasificación Total
U-01	66	BUENO	50.67	REGULAR
U-02	34	MALO		
U-03	52	REGULAR		

Fuente: Elaboración propia (2017)

Descripción e Interpretación

Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición del pavimento flexible de las 03 unidades de muestra, lo cual nos permite aseverar que tienen un estado BUENO, MALO y REGULAR.

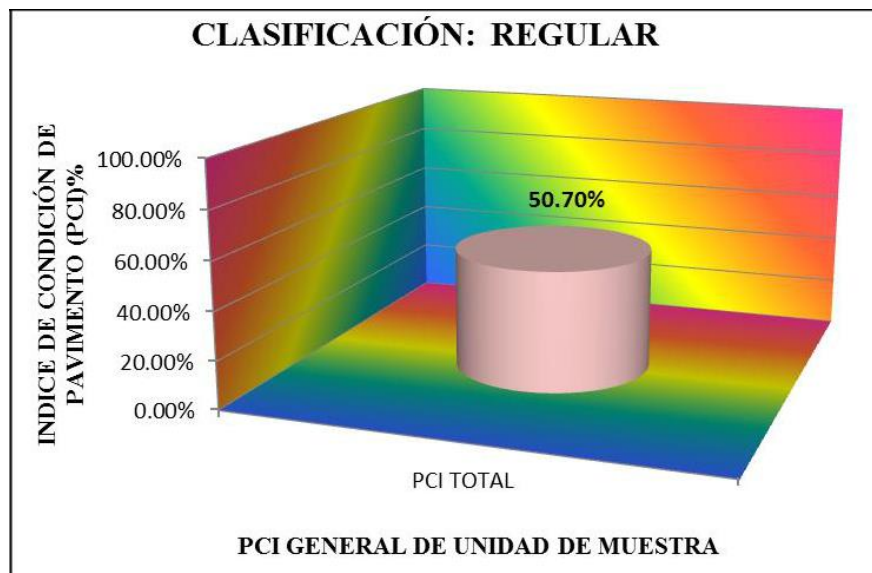


Figura 97. Gráfico de Clasificación del PCI General del Jirón Francisco Bolognesi.

Descripción e Interpretación

Una vez registrados todos los datos de campo y obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se pudo calcular el PCI promedio de las 03 unidades de muestra consideradas, para ello se determinó el $PCI_{Promedio} = 50.67$ del pavimento del Jirón Francisco Bolognesi, que corresponde a un estado **REGULAR**.

4.3. Análisis de resultados

Una vez procesado los resultados obtenidos en cada unidad de muestra evaluada se presenta el siguiente análisis:

- Se ha determinado el estado en que se encuentra la zona de estudio de pavimento flexible del Jirón Francisco Bolognesi, que consta de 312.25 metros lineales en total de la vía existente. Se inspeccionaron un total de 03 unidades de muestra, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 19. Condición del pavimento en el Jirón Francisco Bolognesi

RESUMEN DE RESULTADOS				
Unidad de muestra	PCI Unidad de muestra	Clasificación	PCI	Clasificación Total
U-01	66	BUENO	50.67	REGULAR
U-02	34	MALO		
U-03	52	REGULAR		

Fuente: Elaboración propia (2017)

Descripción e Interpretación

La unidad de muestra U-01 inspeccionada presenta un pavimento en estado bueno (PCI igual a 66), después le sigue la unidad de muestra U-02 en un estado malo (PCI igual a 34). Finalmente, la unidad de muestra U-03 hace referencia a un pavimento de estado regular (PCI

igual a 52).

- No se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10), pavimentos en estado muy malo (PCI entre 10 y 25), pavimentos en estado muy bueno (PCI entre 70 y 85), ni excelentes (PCI entre 85 y 100).
- El estado del pavimento de cada unidad de muestra, define la condición del pavimento.
- Finalmente, tomando todas las unidades de muestra, se calcula el PCI ponderado de los 312.25 metros del Jirón Francisco Bolognesi, resultado igual a **50.67**, es decir, que el estado real del pavimento de la vía analizada, es **REGULAR**.
- Siguiendo con el análisis de resultados, se hablará de las fallas más frecuentes encontradas en las distintas unidades de muestra.

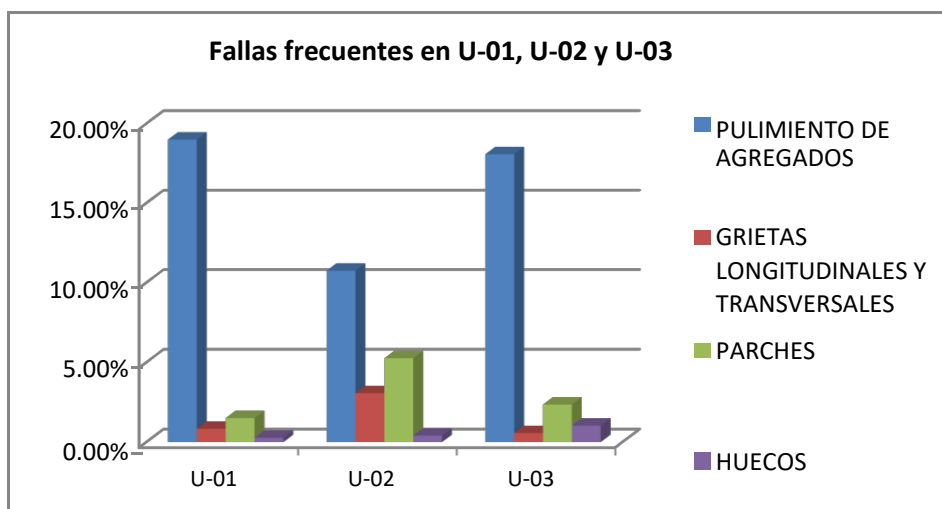


Figura 98. Fallas frecuentes de las unidades de muestra.

Descripción e Interpretación

Las fallas más frecuentes son de grietas longitudinales y transversales (10), huecos (13), parches (11), pulimiento de agregados (12), estas de nivel de severidad baja, media y alta. Estos cuatro tipos de deterioro del

pavimento, se localizaron en todas las unidades de muestra inspeccionadas. A veces cubrían toda el área de la unidad, o parte de ella, pero todas las unidades de muestra presentaron estos cuatro tipos de falla.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que la mayor presencia de fallas es: pulimiento de agregados, grietas longitudinales y transversales, parches y huecos en toda el área de estudio.

Las fallas que mayor daño producen al pavimento flexible, son aquellas que presentan un valor deducido alto. De todas las fallas inspeccionadas, la que causó más deterioro en el pavimento, con un valor deducido de 36, fueron los parches de severidad alta. Estos parches se localizaron en la unidad de muestra U-02 del Jirón Francisco Bolognesi.



Figura 99. Parches de severidad alta en la unidad de muestra U-02

También se encontraron parches en las unidades de muestra U-01 y U-03, en ambos casos, los parches tuvieron un grado de severidad media, con un valor deducido de 11 y 26.8 respectivamente.

V. Conclusiones

Este proyecto de determinación y evaluación de las patologías del asfalto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie del pavimento flexible del Jirón Francisco Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, región Junín, Enero – 2017; constituye un gran aporte a la Municipalidad Distrital de Satipo, con la cual se tendrá un parámetro para la planificación de mantenimiento y conservación.

- Mediante el método PCI utilizado, se logró determinar el índice de integridad estructural y condición operacional para cada unidad de muestra de la superficie del Pavimento flexible del Jirón Francisco Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región Junín.
 - Cuarta cuadra (U – 01), el valor de **PCI = 66.00**; por tanto, se puede clasificar que tiene un estado **Bueno**.
 - Tercera cuadra (U – 02), el valor de **PCI = 34.00**; por tanto, se puede clasificar que tiene un estado **Malo**.
 - Segunda cuadra (U – 03), el valor de **PCI = 52.00**; por tanto, se puede clasificar que tiene un estado **Regular**.
- Se determinó el promedio del PCI obtenido en la inspección: U – 01 con un PCI de 66.00, U – 02 con un PCI de 34.00, U – 03 con un PCI de 52.00, lo que da como promedio un **PCI de 50.67**, el cual se clasifica que tiene un estado **Regular**.

VI. Recomendaciones

- a. Se recomienda realizar la rehabilitación en las áreas dañadas de las unidades de muestra del pavimento flexible del Jirón Francisco Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región Junín; que están clasificados en un estado **Malo**.

Para mejorar el PCI promedio de una unidad de muestra de la zona de estudio en general, es necesario incrementar el PCI individual de las unidades de muestra en peor estado, a través de determinadas técnicas de reparación. Se presenta un resumen de las unidades de muestra, con las fallas que mayor daño producen al pavimento.

Tabla 20. Principales fallas en cada unidad de muestra analizada

Unidad de muestra	Fallas	Severidad	Cantidad
U-01	Abultamiento y Hundimiento	Alta	2.92 m ²
	Piel de cocodrilo	Media	6.07 m ²
	Parches	Media	12.38 m ²
U-02	Parches	Alta	36.58 m ²
	Piel de cocodrilo	Alta	8.55 m ²
	Huecos	Media	3.23 m ²
U-03	Parches	Alta	18.83 m ²
	Piel de cocodrilo	Media	6.08 m ²
	Huecos	Media	3.28 m ²

Fuente: Elaboración propia (2017)

- b. La mejor manera de prevenir daños con severidad alta, es identificar y evaluar los daños de los pavimentos con anticipación.
- c. Es necesario que en los trabajos de mantenimiento, reparación y conservación de los pavimentos flexibles del jirón Francisco Bolognesi; sea monitoreado por un especialista, aplicando los métodos del manual del PCI.

Referencias bibliográficas

- (1). Beltrán G. México (2012). Evaluación estructural de pavimentos flexibles con métodos de inteligencia artificial y auscultación no destructiva. Recuperado desde:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5145/Tesis.pdf?sequence=1>
- (2). Ing. Díaz J. Colombia (2014). Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. Recuperado desde:
<http://repository.unimilitar.edu.co/itstream/10654/12102/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20metodolog%C3%ADa%20PCI%20como%20herramienta%20para%20la%20toma%20de%20decisiones%20en%20las%20intervenciones%20a%20realizar%20en%20los%20pavimentos%20flexibles.pdf>
- (3). Sánchez M. Venezuela (2010). Evaluación integral de la vía local Cumaná – Cumanacoa (1001); progresiva 0+000 (puente aliviadero manzanares) hasta progresiva 10+000 (vía Cumanacoa), de los municipios sucre y montes del estado sucre. Recuperado desde:
<http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2600/1/41TESISIC010S81.pdf>
- (4). Vásquez V. y Chamorro P. (2005). Implementación de un SIG para la administración de pavimentos aeroportuarios a través de la aplicación de un índice de condición de pavimentos. Recuperado desde:
<http://documents.tips/documents/implementacion-de-sig.html>
- (5). Armijos C. Ecuador (2009). Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Recuperado desde:

<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1484/3/Tesis.pdf>

- (6). Camposano O. y García K. (2012). Diagnóstico del estado situacional de la vía: av. argentina – av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos- 2012. Recuperado desde:
<http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/45203801.pdf>
- (7). Rabanal J. (2014). Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Cajamarca – 2014. Recuperado desde:
<http://repositorio.upn.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/11537/5511/Rabanal%20Pajares%20Jaime%20Enrique.pdf?sequence=1>
- (8). Rodríguez E. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla, departamento de Piura 2009. Recuperado desde:
http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf?sequence=1
- (9). Norma Técnica de Edificaciones CE.010 Pavimentos Urbanos, Definiciones claves, del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE; 2013.
- (10). Rico A. y Del Castillo H. (1999). La ingeniería de suelos en las vías terrestres. Volumen 2. México D.F.: Limusa. Pág. 99.
- (11). Huang, Y. (2004) Pavement analysis and design (Segunda ed.) New Jersey: Pearson Prentice Hall. Pág. 8.
- (12). Montejo A. (2006). Ingeniería de pavimentos (Tercera ed.) Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Pág.5

- (13). ASTM. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys (ASTM D6433-07). ASTM. Recuperado desde: <http://www.cee.mtu.edu/~balkire/CE5403/ASTMD6433.pdf>.
- (14). Miranda R. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperado desde: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim67_2d.pdf
- (15). Llosa J. (2006). Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. Recuperado desde: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273573/2/JLlosa.pdf>
- (16). Higuera V. (2015). El estado de las vías de pavimento rígido y su incidencia en la circulación del tráfico pesado de la planta Holcim Latacunga del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi. Ambato – Ecuador. 2015. Recuperado desde: https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=15&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiotuWb9O7MAhWIpYMKHdYKBHQ4ChAWCDIwBA&url=http%3A%2F%2Frepo.uta.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F10005%2F1%2FTesis%2520848%2520%2520Higuera%2520Bonilla%2520Viviana%2520Elizabeth.pdf&usg=AFQjCNHMFJPUi1Ye_ee6K_cgWS60_yas3g&bvm=bv.122448493,d.cWw
- (17). Norma ASTM D 5340, Ingenieros de la US Army (2005). Índice de condición de pavimentos en aeropuertos (PCI). Recuperado desde: http://alacpa.org/index_archivos/ASTMD5340-MetCalc-PCI-espRev0.pdf

- (18). Vargas N. y Alonso F. (2014). Diagnóstico de las condiciones superficiales y evaluación del comportamiento estructural del pavimento de las vías construidas por el instituto de desarrollo urbano con asfalto modificado con caucho reciclado de llanta (GCR), en las localidades de Fontibón, Bosa y Teusaquillo, en la ciudad de Bogotá. Recuperado desde:
<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12009/1/VargasJimenezNelsoEduardo2014.pdf>
- (19). Espinoza D. (2009). Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá D.C. Recuperado desde:
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15498/T40.09%20E65g.pdf?sequence=1>
- (20). Ing. Vásquez L. (2002). Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Recuperado desde:
<http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>
- (21). Empresa Mayer 97 Ingenieros Asociados, C.A. y Ing. Coredor G. (2009). Manual de herramientas para la evaluación funcional y estructural de pavimentos flexibles. Recuperado desde:
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf>
- (22). Giraldo D. (2013). Análisis comparativo de dos tramos viales en pavimento flexible, uno con mezcla asfáltica convencional y otro con adición de Estireno Butadieno Estireno. Recuperado desde:
<http://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/310/1/CIVI0421.pdf>
- (23). Ing. Mba E. y Ing. Tabares R. (2005). Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del

estudio en Fase I de la vía de acceso al barrio Ciudadela del Café – vía la Badaea. Recuperado desde:

http://www.bdigital.unal.edu.co/743/1/ricardo_tabaresgonzales.2005.pdf

(24). Vilchez M. (2004). Diseño estructural de pavimento emulsionado, Tramo Satipo – Mazamari, 2004. Biblioteca de la Universidad Peruana Los Andes.

(25). Gamboa K. (2009). Cálculo del índice de condición aplicado en del pavimento flexible en la av. Las palmeras de Piura. Recuperado desde:

http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1351/ICI_181.pdf?sequence=1

(26). Flores L. (2012). Evaluación estructural de pavimentos flexibles de carreteras de bajo volumen de tránsito, Lima - Perú. Recuperado desde:

http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1136/1/flores_gl.pdf

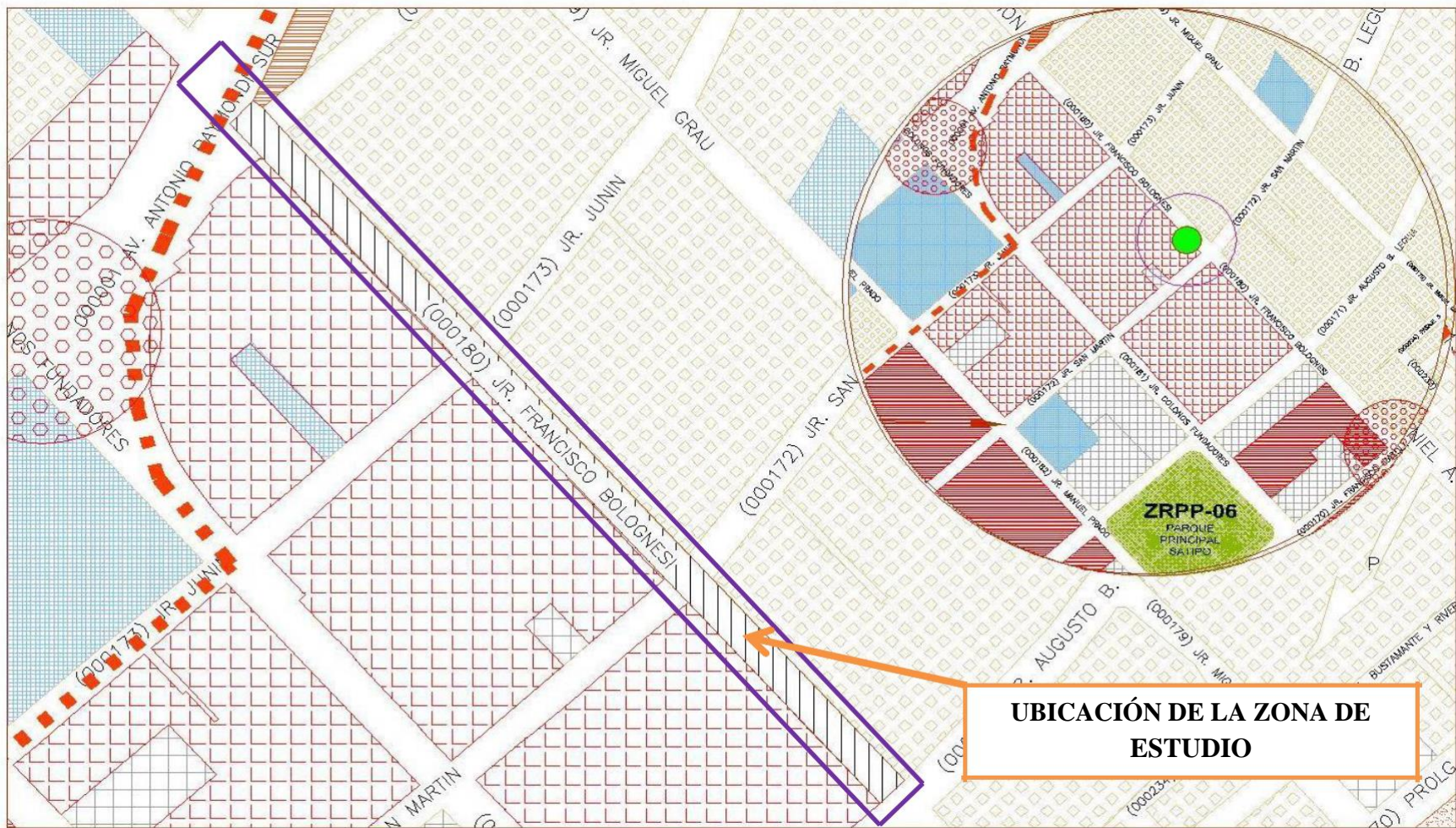


Figura 101. Vista de la zona de estudio

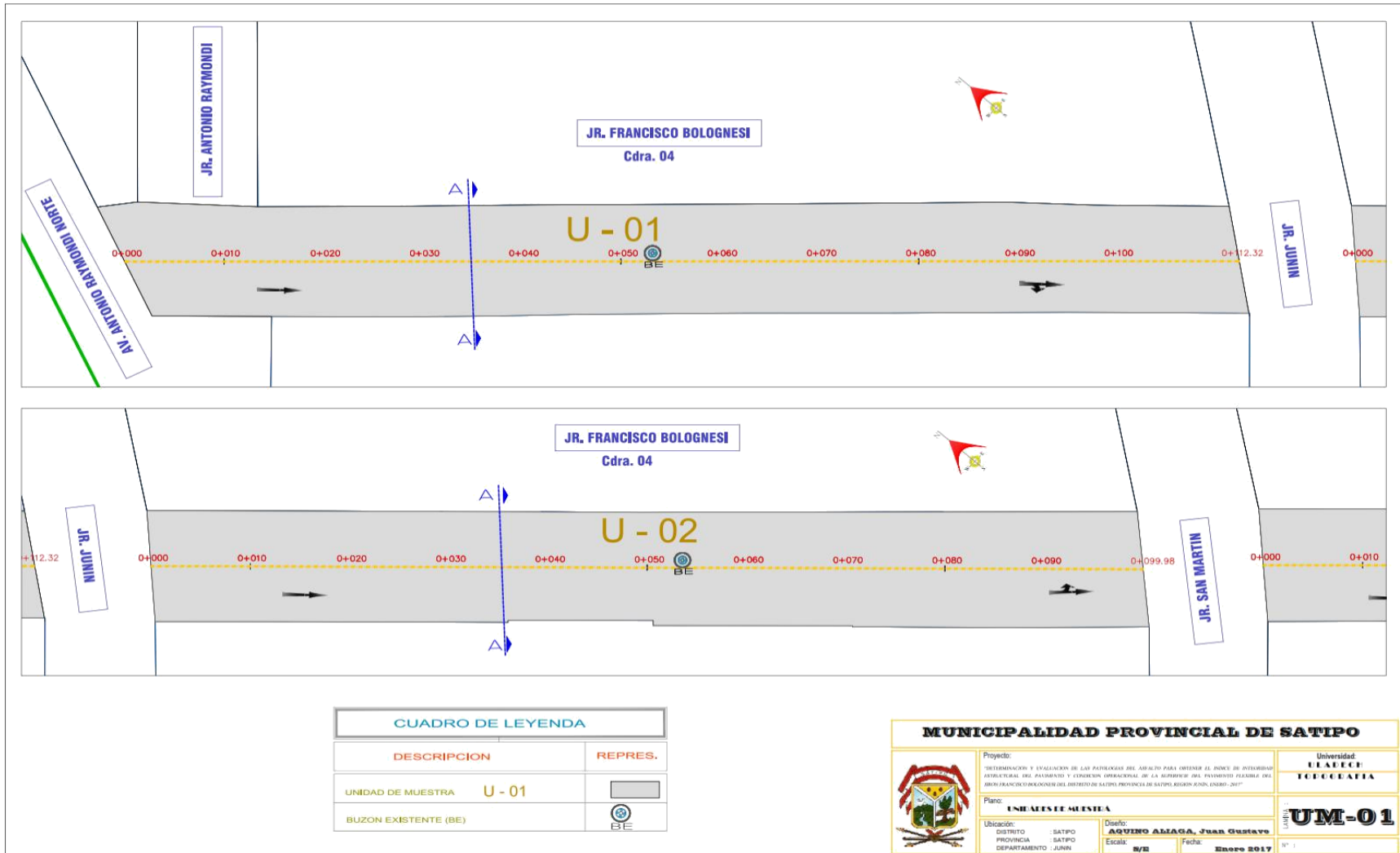


Figura 102. Vista de las unidades de muestra U – 01 y U - 02

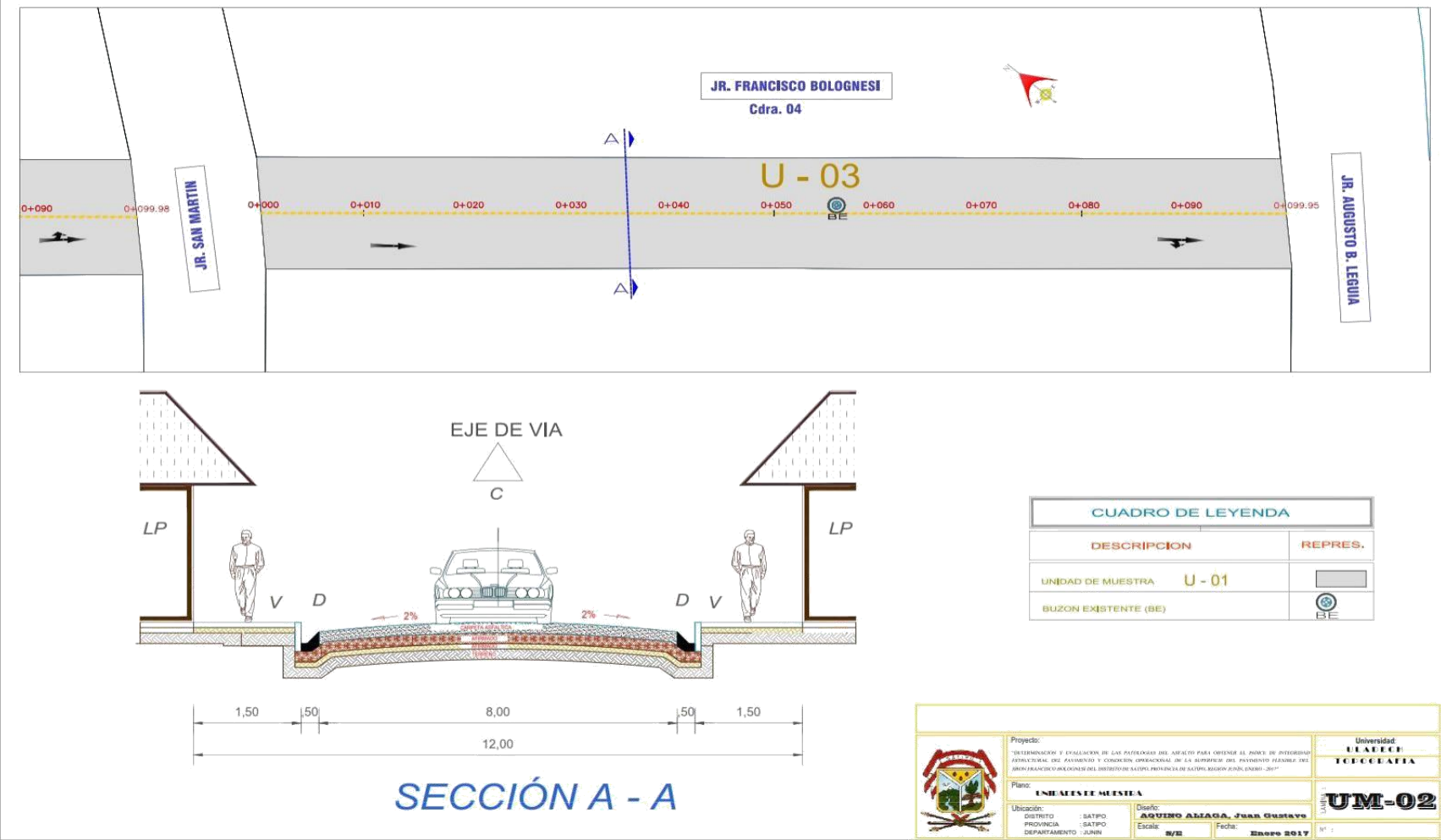


Figura 103. Vista de la unidad de muestra U – 03 y sección de vía



Figura 104. Instrumentos utilizados en la toma de datos de campo



Figura 105. Inicio de inspección de la unidad de muestra U-01



Figura 106. Inicio de inspección de la unidad de muestra U-02

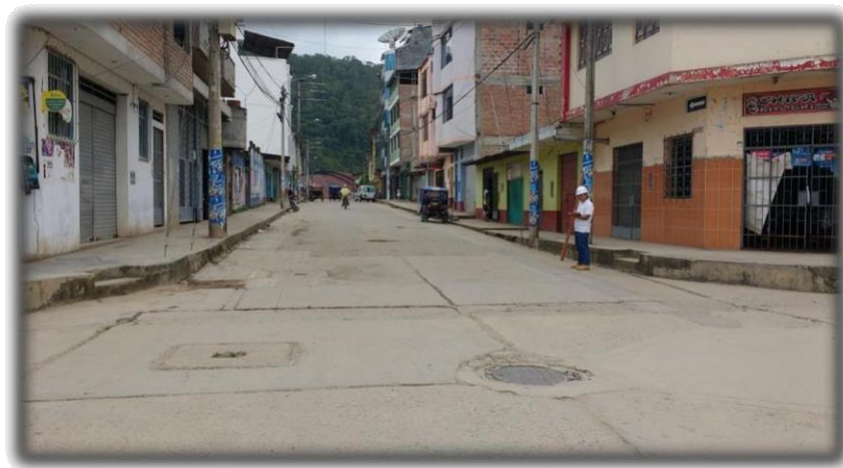


Figura 107. Inicio de inspección de la unidad de muestra U-03

Determinación y Evaluación de las Patologías del Asfalto para obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento y Condición Operacional de la superficie del Pavimento Flexible del Jirón Francisco Bolognesi del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, Enero - 2017			
<p>Caracterización del Problema El Distrito de Satipo, se encuentra ubicada geográficamente a 12°47' 06" de latitud sur y a 74° 58'17" de longitud oeste y a una altura promedio de 630.00 m. s. n. m. con una temperatura media mensual anual de 24.8 °C en Julio y 25.6 °C en Noviembre y Diciembre. La temperatura máxima media mensual varía entre 32.9 °C a 34.4 °C, la mínima entre 13.1 °C y 16.3 °C, de tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas, por ello se requiere de un nivel técnico apropiado para su ejecución.</p> <p>En la zona del Distrito de Satipo, existen diferentes tipos de pavimentos flexibles (elaborado de carpeta asfáltica) y pavimento rígido (elaborado de concreto), por ello el análisis de este proyecto se centra en las distintas calles de pavimento flexible, en la cual se</p>	<p>Enunciado del Problema ¿En qué medida la determinación y la evaluación del nivel de las patologías del pavimento existente en el Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín, nos permitirá obtener el estado actual del pavimento de la avenida descrita e indicar las medidas correctivas y preventivas para la seguridad de las vías?</p> <p>Objetivos de la Investigación/ Objetivo General Determinar un Índice de Condición de Pavimento Asfáltico, para el Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín, a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías.</p>	<p>Marco Teórico y Conceptual Se consultó en diferentes tesis y estudios específicos realizados de maneras nacionales e internacionales; también en manuales referentes a patologías en pavimentos asfálticos.</p> <p>Bases Teóricas El método PCI (<i>Pavement Condition Index</i>) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta.</p> <p>METODOLOGIA Tipo de investigación Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación tipo descriptivo, no experimental, de corte transversal y tipo cualitativo.</p>	<p>Referencias Bibliográficas</p> <p>(1) Evaluación estructural de pavimentos flexibles con métodos de inteligencia artificial y auscultación no destructiva. (Beltrán G. México – 2012) http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5145/Tesis.pdf?sequence=1</p> <p>(2) Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. (Ing. Díaz J. Colombia – 2014) http://repository.urimilitar.edu.co/bitstream/10654/12102/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20metodolog%C3%ADa%20PCI%20como%20herramienta%20para%20la%20toma%20de%20decisiones%20en%20las%20intervenciones%20a%20realizar%20en%20los%20pavimentos%20flexibles.pdf</p> <p>(3) Evaluación integral de la vía local Cumaná – Cumanacoa (001); progresiva 0+000 (puente aliviadero</p>

Figura 108. Matriz de consistencia del Proyecto de Investigación - Parte I

<p>observa que en un 100% de estos pavimentos presentan deterioro por desgaste, motivo por el cual se origina un truncamiento en el tránsito vial, el 30% presenta asentamientos o hundimientos notorios que perjudican al tránsito vial y el 45 % presenta fallas transversales, longitudinales y diagonales que se muestran en el pavimento.</p> <p>Para ello es necesario diagnosticar y determinar las patologías en las avenidas pavimentadas de concreto asfáltico del Distrito de Satipo, las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar un Índice de Condición de Pavimento (PCI) a partir de sus patologías.</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las patologías del concreto asfáltico existentes en el Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín. 2. Calcular el nivel de las patologías del concreto asfáltico e incidencias de las patologías en el Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín. 3. Establecer las correctivas y las previsiones para la seguridad de las estructuras del concreto asfáltico del Jr. Francisco Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín. 	<p>Nivel de Investigación</p> <p>El nivel de la investigación para el presente estudio, de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio de tipo descriptivo, explicativo y correlacionado.</p> <p>Diseño e la investigación El universo o Población</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Muestra b) Muestreo <p>Operacionalización de las Variables</p> <p>Definición conceptual Dimensiones Definición operacional Indicadores</p> <p>Técnicas e Instrumentos Plan de Análisis</p>	<p>manzanares) hasta progresiva 10+000 (vía Cumanacoa), de los municipios sucre y montes del estado sucre. (Sánchez M. Venezuela – 2010) http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2600/1/41TESISIC010S81.pdf</p>
--	---	---	--

Figura 109. Matriz de consistencia del Proyecto de Investigación - Parte II

Anexo A: Curvas de valor deducido

1. Piel de cocodrilo

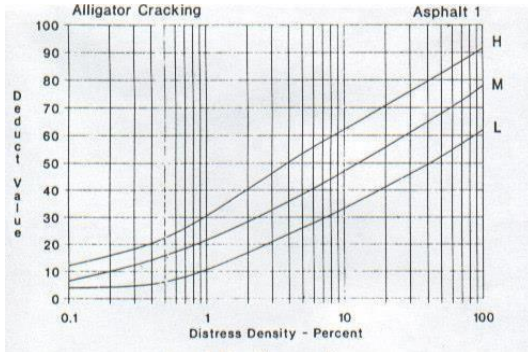


Figura 110. Piel de cocodrilo

3. Agrietamiento en bloque

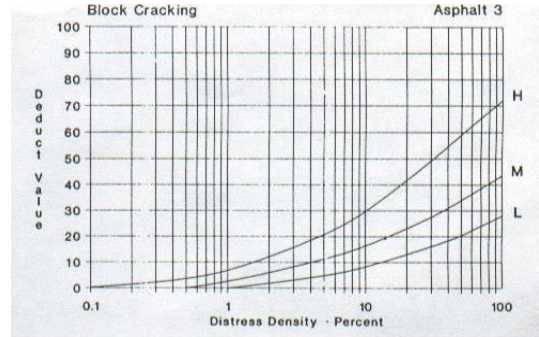


Figura 112. Grietas en bloque

2. Exudación

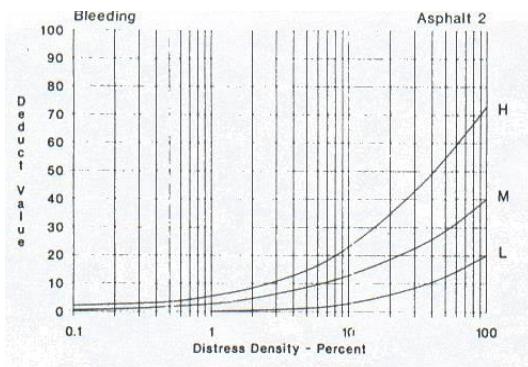


Figura 111. Exudación

4. Abultamientos y hundimientos

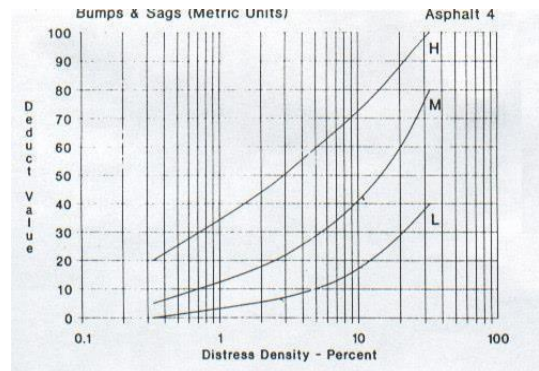


Figura 113. Abultamientos y hundimientos

5. Corrugación

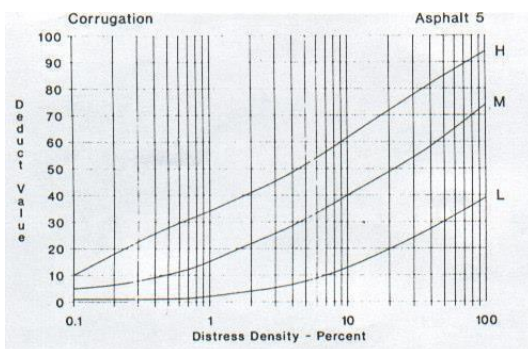


Figura 114. Corrugación

6. Depresión

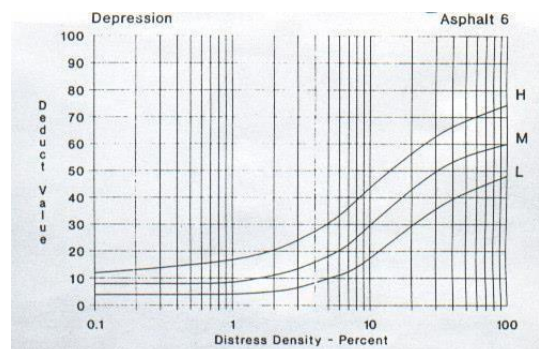


Figura 115. Depresión

7. Grietas de borde

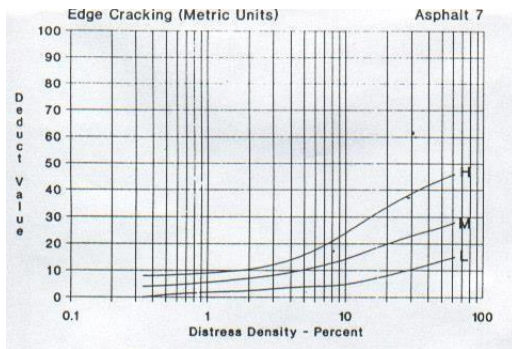


Figura 116. Grietas de borde

10. Grietas longitudinales y transversales

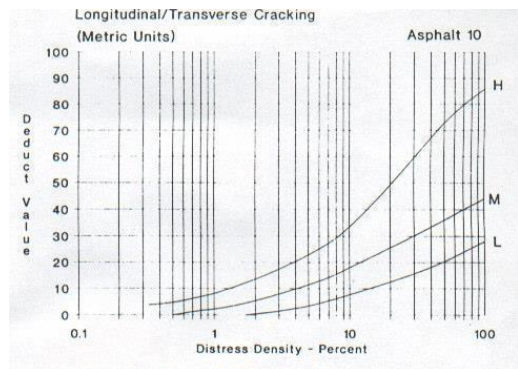


Figura 119. Grietas longitudinales

8. Grieta de reflexión de junta

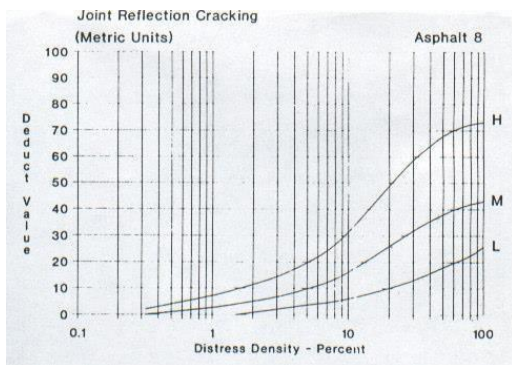


Figura 117. Grieta de reflexión de junta

11. Parcheo y acometidas de servicios públicos

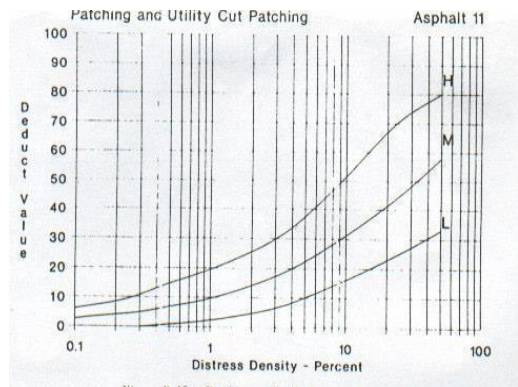


Figura 120. Parcheo

9. Desnivel carril – berma

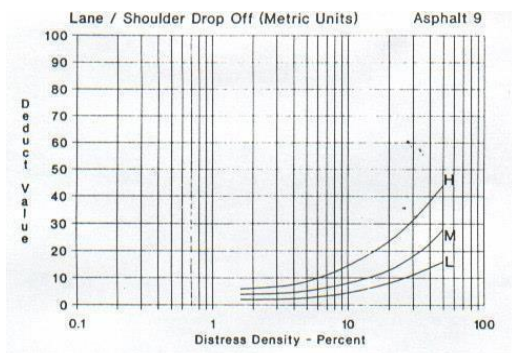


Figura 118. Desnivel carril – Berma

12. Pulimiento de Agregados

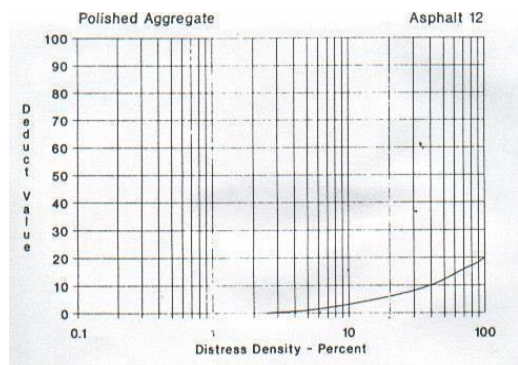


Figura 121. Pulimiento

13. Huecos

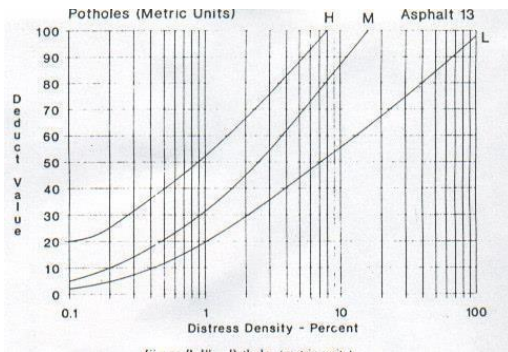


Figura 122. Huecos

16. Desplazamiento

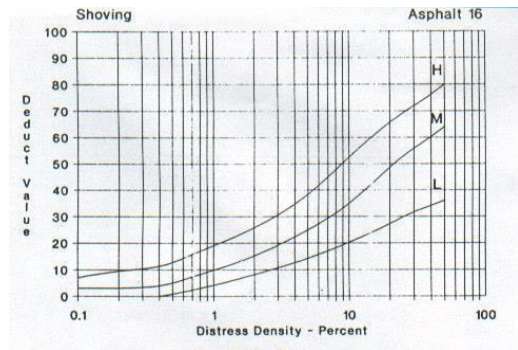


Figura 125. Desplazamiento

14. Cruce de vía férrea

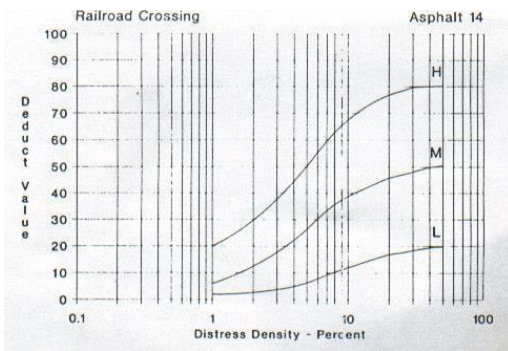


Figura 123. Cruce de vía férrea

17. Grietas Parabólicas

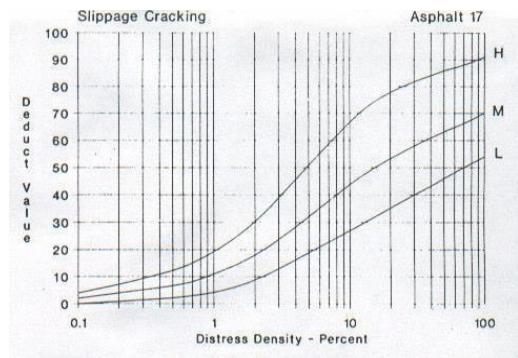


Figura 126. Grietas Parabólicas

15. Ahuellamiento

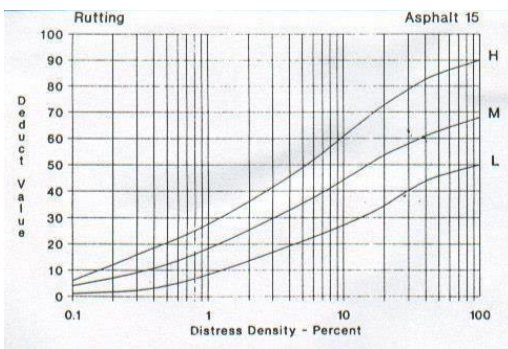


Figura 124. Ahuellamiento

18. Hinchamiento

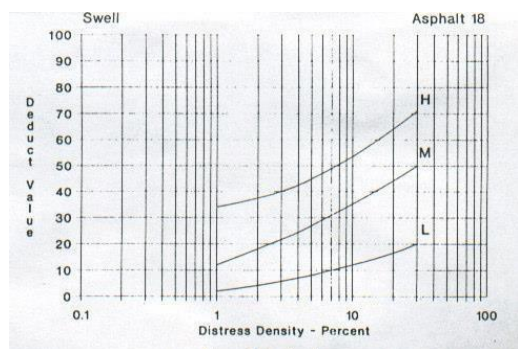


Figura 127. Hinchamiento

19. Meteorización / Desprendimiento de agregados

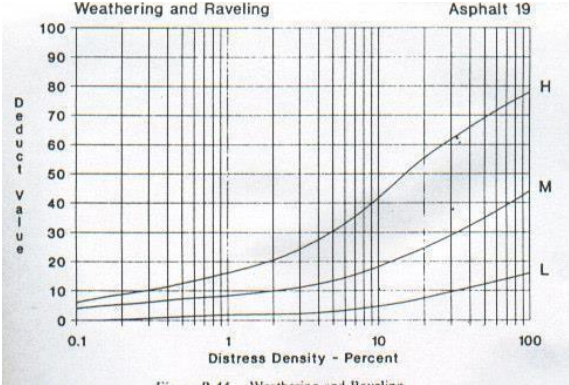


Figura 128. Meteorización / Desprendimiento de agregados

Anexo B: Fotografías de fallas

- Unidad de muestra U-01



Figura 129. Abultamientos y hundimientos de severidad alta (U-01)

Descripción	e	Origen: Inadecuada estructura e
interpretación: Hundimiento,		inadecuados materiales en la
localizado en la superficie del		conformación de base y subbase.
pavimento flexible de		
severidad alta.		



Figura 130. Parches de severidad media (U-01)

Descripción	e	Origen: Inadecuada estructura,
interpretación: Parches,		incompatibilidad de deflexiones con
localizado en la superficie del		el espesor de la capa de rodadura
pavimento flexible de		(carpeta), uso de ligantes muy duros y
severidad media.		subdrenaje inadecuado.



Figura 131. Huecos de severidad baja (U-01)

Descripción	e	Origen:	Inadecuada estructura,
interpretación:	Huecos,	defecto constructivo	aislado y
localizado en la superficie del		subdrenaje inadecuado.	
pavimento flexible de			
severidad baja.			



Figura 132. Huecos de severidad media (U-01)

Descripción	e	Origen:	Inadecuada estructura,
interpretación:	Huecos,	defecto constructivo	aislado y
localizado en la superficie del		subdrenaje inadecuado.	
pavimento flexible de			
severidad media.			



Figura 133. Huecos de severidad baja (U-01)

<p>Descripción e interpretación: Huecos, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad baja.</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura, defecto constructivo aislado y subdrenaje inadecuado.</p>
---	--



Figura 134. Piel de cocodrilo y parche, ambas de severidad alta (U-01)

<p>Descripción e interpretación: Piel de cocodrilo y parches, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad alta.</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura, incompatibilidad de deflexiones con el espesor de la capa de rodadura (carpeta), uso de ligantes muy duros y subdrenaje inadecuado.</p>
--	--



Figura 135. Parches de severidad media (U-01)

<p>Descripción e interpretación: Parches, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad media.</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura, incompatibilidad de deflexiones con el espesor de la capa de rodadura (carpeta), uso de ligantes muy duros y subdrenaje inadecuado.</p>
---	--



Figura 136. Pulimiento de agregados (U-01)

<p>Descripción e interpretación: Pulimiento de agregados, localizado en la superficie del pavimento flexible.</p>	<p>Origen: Uso de agregados (áridos) con tamaño inadecuado y distribución granulométrica deficiente en el rango arenas, segregación de los agregados durante su manejo en obra.</p>
--	--

- **Unidad de muestra U-02**



Figura 137. Huecos de severidad media (U-02)

Descripción	e	Origen: Inadecuada estructura,
interpretación: Huecos,		defecto constructivo aislado y
localizado en la superficie del		subdrenaje inadecuado.
pavimento flexible de		
severidad media.		



Figura 138. Parches de severidad media (U-02)

Descripción	e	Origen: Inadecuada estructura e
interpretación: Parches,		inadecuados materiales en la
localizado en la superficie del		conformación de parches, al sustituir
pavimento flexible de		un área de la superficie del pavimento
severidad media.		flexible en un proceso anterior.



Figura 139. Huecos de severidad baja (U-02)

<p>Descripción</p> <p>interpretación:</p>	<p>e</p> <p>Huecos,</p> <p>localizado en la superficie del</p> <p>pavimento flexible de</p> <p>severidad baja.</p>	<p>Origen:</p> <p>Inadecuada estructura,</p> <p>defecto constructivo aislado y</p> <p>subdrenaje inadecuado.</p>
---	--	---



Figura 140. Piel de cocodrilo de severidad baja (U-02)

<p>Descripción</p> <p>interpretación:</p>	<p>e</p> <p>Piel de</p> <p>cocodrilo, localizado en la</p> <p>superficie del pavimento</p> <p>flexible de severidad baja.</p>	<p>Origen:</p> <p>Inadecuada estructura,</p> <p>incompatibilidad de deflexiones con</p> <p>el espesor de la capa de rodadura</p> <p>(carpeta), uso de ligantes muy duros y</p> <p>subdrenaje inadecuado.</p>
---	---	---



Figura 141. Piel de cocodrilo de severidad media (U-02)

<p>Descripción</p> <p>interpretación: Piel de cocodrilo, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad media</p>	<p>e</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura, incompatibilidad de deflexiones con el espesor de la capa de rodadura (carpeta), uso de ligantes muy duros y subdrenaje inadecuado.</p>
--	----------	--



Figura 142. Huecos de severidad baja (U-02)

<p>Descripción</p> <p>interpretación: Huecos, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad baja.</p>	<p>e</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura, defecto constructivo aislado y subdrenaje inadecuado.</p>
---	----------	--



Figura 143. Piel de cocodrilo de severidad media (U-02)

<p>Descripción</p> <p>interpretación: Piel de cocodrilo, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad media</p>	<p>e</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura, incompatibilidad de deflexiones con el espesor de la capa de rodadura (carpeta), uso de ligantes muy duros y subdrenaje inadecuado.</p>
--	-----------------	--



Figura 144. Parches de severidad alta (U-02)

<p>Descripción</p> <p>interpretación: Parches, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad alta.</p>	<p>e</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura e inadecuados materiales en la conformación de parches, al sustituir un área de la superficie del pavimento flexible en un proceso anterior.</p>
--	-----------------	--



Figura 145. Huecos de severidad alta (U-02)

Descripción	e	Origen:	Inadecuada estructura,
interpretación:	Huecos,	defecto constructivo	aislado y
localizado en la superficie del		subdrenaje inadecuado.	
pavimento flexible de			
severidad alta.			



Figura 146. Piel de cocodrilo de severidad alta (U-02)

Descripción	e	Origen:	Inadecuada estructura,
interpretación:	Piel de	incompatibilidad de deflexiones con	el espesor de la capa de rodadura
cocodrilo, localizado en la		(carpeta), uso de ligantes muy duros y	subdrenaje inadecuado.
superficie del pavimento			
flexible de severidad alta.			

- **Unidad de muestra U-03**



Figura 147. Huecos de severidad baja (U-03)

Descripción	e	Origen:	Inadecuada estructura,
interpretación:	Huecos,	defecto constructivo	aislado y
localizado en la superficie del		subdrenaje inadecuado.	
pavimento flexible de			
severidad baja.			



Figura 148. Huecos de severidad alta (U-03)

Descripción	e	Origen:	Inadecuada estructura,
interpretación:	Huecos,	defecto constructivo	aislado y
localizado en la superficie del		subdrenaje inadecuado.	
pavimento flexible de			
severidad alta.			



Figura 149. Grietas longitudinales y transversales de severidad media (U-03)

<p>Descripción</p> <p>interpretación:</p> <p>longitudinales y transversales, localizado en la superficie del</p>	<p>e</p> <p>Grietas</p>	<p>pavimento flexible de</p> <p>severidad media.</p> <p>Origen: Uso de ligantes muy duros y reflejo de grietas en bases estabilizadas.</p>
--	-------------------------	---



Figura 150. Parches de severidad alta (U-03)

<p>Descripción</p> <p>interpretación:</p> <p>localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad alta.</p>	<p>e</p> <p>Parches,</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura e inadecuados materiales en la conformación de parches, al sustituir un área de la superficie del pavimento flexible en un proceso anterior.</p>
--	--------------------------	--



Figura 151. Pulimiento de agregados (U-03)

Descripción e interpretación: Pulimiento de agregados, localizado en la superficie del pavimento flexible.

Origen: Uso de agregados (áridos) con tamaño inadecuado y distribución granulométrica deficiente en el rango arenas, segregación de los agregados durante su manejo en obra.



Figura 152. Parches de severidad alta (U-03)

Descripción e interpretación: Parches, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad alta.

Origen: Inadecuada estructura e inadecuados materiales en la conformación de parches, al sustituir un área de la superficie del pavimento flexible en un proceso anterior.



Figura 153. Parches de severidad alta (U-03)

<p>Descripción</p> <p>interpretación: Parches, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad alta.</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura e inadecuados materiales en la conformación de parches, al sustituir un área de la superficie del pavimento flexible en un proceso anterior.</p>
--	--



Figura 154. Huecos de severidad baja (U-03)

<p>Descripción</p> <p>interpretación: Huecos, localizado en la superficie del pavimento flexible de severidad baja.</p>	<p>Origen: Inadecuada estructura, defecto constructivo aislado y subdrenaje inadecuado.</p>
---	--



Figura 155. Huecos de severidad alta (U-03)

Descripción	e	Origen:
interpretación:	Huecos,	Inadecuada estructura,
localizado en la superficie del	defecto constructivo	aislado y
pavimento flexible de	subdrenaje inadecuado.	
severidad alta.		



Figura 156. Piel de cocodrilo de severidad media (U-03)

Descripción	e	Origen:
interpretación:	Piel de	Inadecuada estructura,
cocodrilo, localizado en la	superficie del pavimento	incompatibilidad de deflexiones con
flexible de severidad media.	flexible de severidad media.	el espesor de la capa de rodadura
		(carpeta), uso de ligantes muy duros y
		subdrenaje inadecuado.



Figura 157. Abultamientos y hundimientos de severidad media (U-03)

Descripción e
interpretación: Hundimiento,
localizado en la superficie del
pavimento flexible de
severidad media.

Origen: Inadecuada estructura e
inadecuados materiales en la
conformación de base y subbase.



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SATIPO	
UNIDAD DE TRAMITE DOCUMENTARIO	
Fol.	01
Fecha y Exp. N°	05 ENE. 2017 113
Ingreso:	7 Hora: 12:33
www.munisatipo.gob.pe	

CARTA N° 001 – 2017/BACH/ING.JGAA

Satipo, 01 de Enero de 2017

Señor:

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SATIPO

ASUNTO : AUTORIZACION PARA REALIZAR TRABAJOS DE INVESTIGACION Y ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACION "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL ASFALTO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN FRANCISCO BOLOGNESI DEL DISTRITO DE SATIPO"



Por intermedio de la presente es grato dirigirme a Ud. Para saludarlo muy cordialmente, a la vez remitir a su despacho la solicitud de autorización, a su vez comunicarle lo siguiente.

Que habiendo seleccionado la cuadra 02, 03 y 04 del Jirón Francisco Bolognesi como zona de estudio del proyecto de investigación, con fines de realizar mi tesis para graduarme como Ingeniero Civil al cual, dicho proyecto redundara en beneficio a los pobladores, ya que dentro del proyecto se viene realizando la evaluación de patologías del pavimento existente; al final del estudio se dará a conocer un resumen de dicho proyecto para que se pueda realizar las intervenciones en las áreas afectadas o deficientes según los resultados obtenidos.



En tal sentido, solicito las facilidades para poder realizar el estudio de investigación en dicha zona de estudio.

Sin otro particular me despido de usted reiterando las muestras de mi estima personal y especial deferencia.

Atentamente.



Bach/Ing. Aquino Allaga Juan Gustavo
DNI N° 71542571

Figura 158. Solicitud de autorización presentado a la Municipalidad Distrital de Satipo

METODO PCI						ESQUEMA		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
NOMBRE DE LA VÍA: Jirón Francisco Bolognesi cdra. 04		SECCIÓN : TOTAL		UNIDAD DE MUESTRA : U - 01				
EJECUTOR : Bach/Ing. Juan G. Aquino Aliaga		FECHA : 19/03/2017		AREA : 898.56 m2				
1. Piel de cocodrilo	8. Grieta de reflexion de junta	15. Ahuellamiento						
2. Exudacion	9. Desnivel carril - berma	16. Deslizamiento						
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas longitudinales y transversales	17. Grietas parabólicas						
4. Abultamientos y hundimientos	11. Parcheo y acometidas de servicios públicos	18. Hinchamiento						
5. Corrugacion	12. Pulimiento de agregados	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados						
6. Depresion	13. Huecos							
7. Grieta de borde	14. Cruce de via ferrea							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1M	0.84	1.75	3.48			6.07	0.68%	19.00
3L	0.84					0.84	0.09%	0.00
4L	1.00					1.00	0.11%	0.00
4H	0.68	2.24				2.92	0.32%	20.00
9L	1.20	1.45	2.45	1.35		6.45	0.72%	0.00
10L	4.25	3.20				7.45	0.83%	0.00
11L	1.13					1.13	0.13%	0.00
11M	0.48	0.80	1.00	1.12	8.98	12.38	1.38%	11.00
12	4.40	3.52	24.80	3.08	48.00	86.80	18.99%	7.90
13L	0.40	0.38	0.14			0.92	0.10%	1.20
13M	1.41	0.14				1.55	0.17%	8.20

MEQUIADES VILCHEZ CHAMORRO

 INGENIERO CIVIL

 CIP N° 79339

Figura 159. Hoja de registro de campo de la unidad de muestra (U-01)


METODO PCI						ESQUEMA		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
NOMBRE DE LA VIA: <u>Jirón Francisco Bolognesi cdra. 03</u>		SECCIÓN	TOTAL	UNIDAD DE MUESTRA	U - 02			
EJECUTOR: <u>Bach/Ing. Juan G. Aquino Aliaga</u>		FECHA: <u>19/03/2017</u>	AREA	799,84 m ²				
1. Pel de cocodrilo	8. Grieta de reflexión de junta	15. Abuellamiento						
2. Exadacion	9. Desnivel carril - berma	16. Deslizamiento						
3. Agrietamiento en bloque	10. Grietas longitudinales y transversales	17. Grietas parabólicas						
4. Abultamientos y hundimientos	11. Parcheo y acometidas de servicios públicos	18. Hinchamiento						
5. Corrugación	12. Pulimento de agregados	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados						
6. Depresión	13. Huecos							
7. Grieta de borde	14. Cruce de via firme							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	0.83	0.30				1.13	0.14%	5.00
1M	3.20	1.60	1.90	2.05	1.82	12.57	1.57%	24.00
1H	2.55					2.55	1.07%	21.00
9L	2.25	3.40				5.65	0.71%	0.00
10L	22.90	2.10				24.90	3.06%	2.00
11L	3.60					3.60	0.45%	0.00
11M	1.80					1.80	0.23%	5.00
11H	1.21	3.08	1.60	3.69	29.00	36.58	4.57%	36.00
12	14.00	23.92	48.00			85.92	10.74%	5.00
13M	0.38	0.25	0.40	0.25	0.45	0.55	0.40%	17.90
13M	0.95							

Figura 160. Hoja de registro de campo de la unidad de muestra (U-02)


 MELCHIOR S. ALVARADO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 79338

METODO PCI							ESQUEMA											
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																		
HOJA DE REGISTRO																		
NOMBRE DE LA VIA:		Jirón Francisco Bolognesi cdra. 02		SECCIÓN : TOTAL		UNIDAD DE MUESTRA :		U - 03										
EJECUTOR :		Bach/Ing. Juan G. Aquino Aliaga		FECHA : 19/03/2017		AREA :		799.60 m ²										
1. Piel de cocodrilo	2. Exudacion	3. Agrietamiento en bloque	4. Abultamientos y hundimientos	5. Corrugacion	6. Depresion	7. Grieta de borde	8. Grieta de reflexion de junta	9. Desnivel carril - berma	10. Grietas longitudinales y transversales	11. Parcheo y acometidas de servicios públicos	12. Pulimiento de agregados	13. Huecos	14. Cruce de via ferrea	15. Ahuellamiento	16. Deslizamiento	17. Grietas parabólicas	18. Hinchamiento	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados
FALLA		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1L	0.60						0.60	0.08%	4.00									
1M	3.08	3.00					6.08	0.76%	19.00									
4M	1.60	7.00					8.60	1.08%	12.00									
9L	1.55						1.55	0.19%	0.00									
10M	4.50						4.50	0.56%	0.00									
11H	4.80	2.09	1.80	0.90	3.08	0.96	18.83	2.35%	26.80									
11H	1.12	2.70	1.02	0.36														
12	1.13	2.52	1.35	5.50	28.80	40.20	144.50	18.07%	5.80									
12	62.00	3.00																
13L	0.18	0.30	1.56	1.05	1.40		4.49	0.56%	11.58									
13M	1.05	0.35	0.28	0.30	1.10	0.20	3.28	0.41%	19.00									
13H	0.48						0.48	0.06%	0.00									


 MELQUIADES VILCHEZ CHAMORRO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 79319

Figura 161. Hoja de registro de campo de la unidad de muestra (U-03)



Figura 162. UnalPCIA (Procesador de datos **ingepav** – Inicio)



Figura 163. UnalPCIA (Procesador de datos **ingepav** – Final)

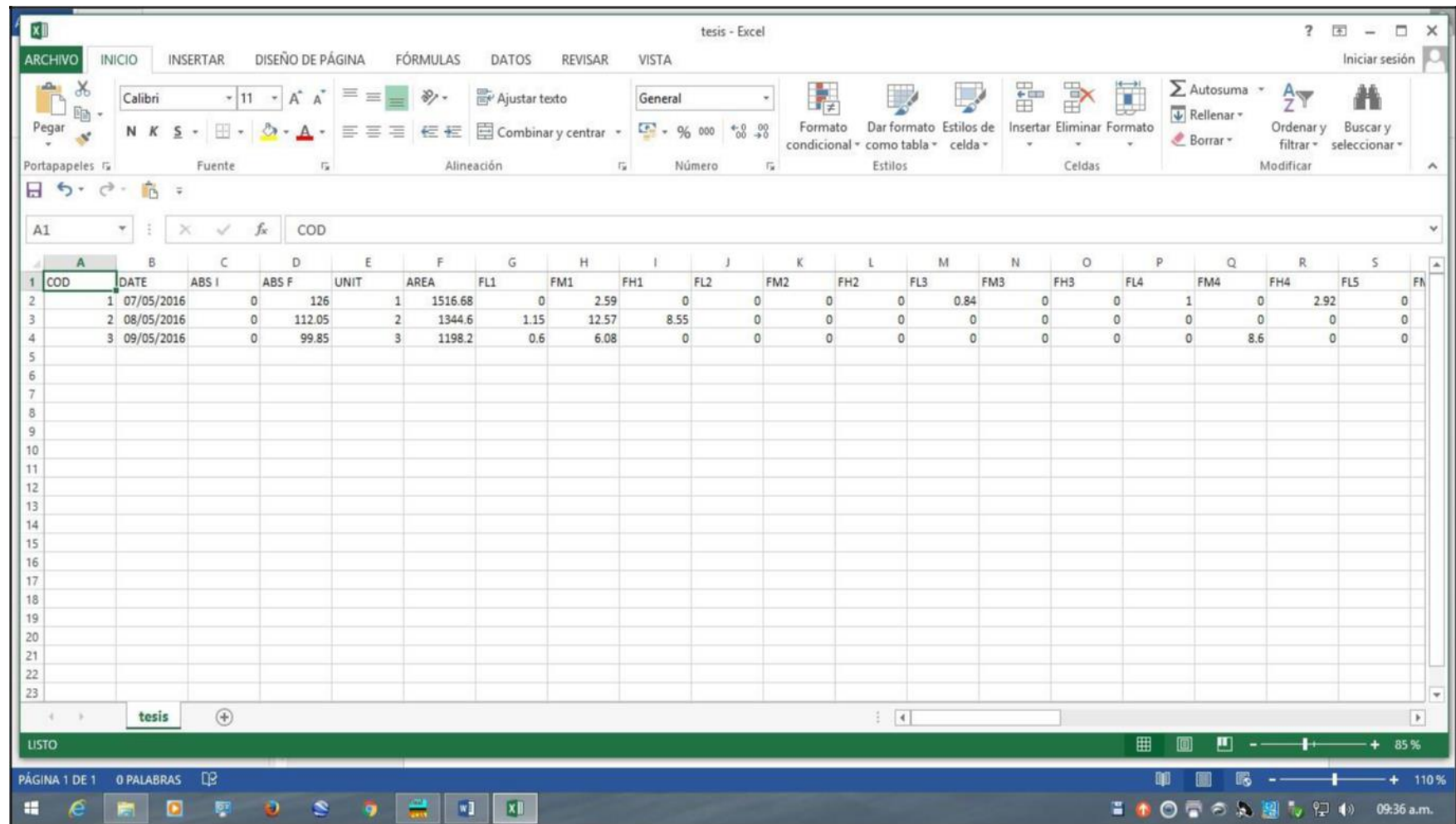


Figura 164. Hoja Excel de los datos obtenidos en campo a ingresar al programa UnalPCIA (Procesador de datos **ingepav**)

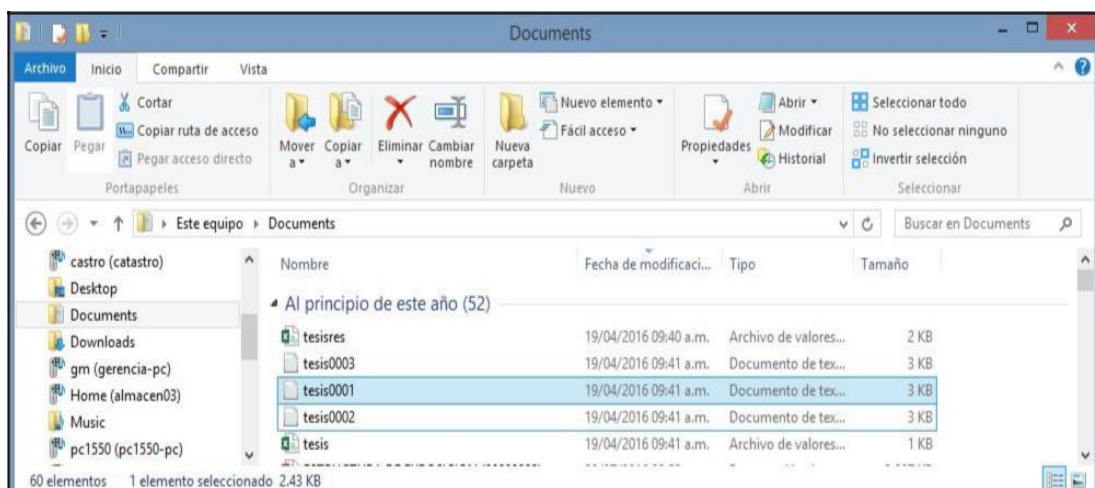


Figura 165. Archivos procesados por el programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav)

1.-DESCRIPCION DE DATOS DEL AREA DE ESTUDIO:

COD	DATE	ABS I	ABS F	UNIT	AREA	
1	17/03/2017		0	112.32	1	898.56
2	18/03/2017		0	99.98	2	799.84
3	19/03/2017		0	99.95	3	799.60

COD: Código de la vía.

DATE: Fecha del inventario.

ABS I y ABS F: Abscisa inicial y final de la unidad inventariada.

UNIT: Unidad inventariada.

ÁREA: Área de la unidad inventariada en pavimentos asfálticos.

FL1 – FH19: Medida del daño para las 19 patologías de pavimento en los tres niveles de severidad.

FL1	FM1	FH1	FL2	FM2	FH2	FL3	FM3	FH3	FL4	FM4	FH4
0	6.07	0	0	0	0	0	0.84	0	0	1	0
1.15	12.57	8.55	0	0	0	0	0	0	0	0	2.92
0.6	6.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6
FL5	FM5	FH5	FL6	FM6	FH6	FL7	FM7	FH7	FL8	FM8	FH8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FL9	FM9	FH9	FL10	FM10	FH10	FL11	FM11	FH11	FL12	FM12	FH12
6.45	0	0	7.45	0	0	1.13	12.38	0	0	170.6	0
5.65	0	0	24.5	0	0	3.6	1.8	36.58	0	85.92	0
1.55	0	0	0	4.5	0	0	0	18.83	0	144.5	0
FL13	FM13	FH13	FL14	FM14	FH14	FL15	FM15	FH15	FL16	FM16	FH16
0.92	1.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.49	3.28	0.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FL17	FM17	FH17	FL18	FM18	FH18	FL19	FM19	FH19			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Figura 166. Descripción de datos de campo del programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav)

TESIS0002

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
 Por: Bach/Ing. Juan Gustavo Aquino Aliaga
 Pavimentos asfálticos

=====
 Archivo : C:\Users\user\Desktop\RESULTADOS TESIS.csv
 Código vía : 1
 Fecha inspección : 17/03/2017
 Abscisa inicial : K0+000.00
 Abscisa final : K0+112.32
 Unidad : 001
 Área unidad -m² : 898.56


Daño (severidad) - unidad deducido	Cantidad	Densidad(%)	valor
01.Piel de cocodrilo (M) - m ² :	006.07	000.68	0017.9
03.Agriet. en bloque (L) - m ² :	ERROR! Densidad fuera de (2%-100%)	0.09%	
04.Abult. y hund. (L) - m :	ERROR! Densidad fuera de (0.3%-30%)	0.11%	
04.Abult. y hund. (H) - m :	002.92	000.32	0021.2
09.Desn carril-berma (L) - m :	ERROR! Densidad fuera de (1.5%-50%)	0.72%	
10.Griet lon. y tran.(L) - m :	ERROR! Densidad fuera de (2%-100%)	0.83%	
11.Parqueo-acometida (L) - m ² :	ERROR! Densidad fuera de (0.4%-50%)	0.13%	
11.Parqueo-acometida (M) - m ² :	012.38	001.38	0011.9
12.Pulim. agregados(LMH) - m ² :	170.60	018.99	0005.6
13.Huecos (L) - un:	000.92	000.10	0003.5
13.Huecos (M) - un:	001.55	000.17	0008.3

Número de deducidos: 6

Daño	valor deducido
04.Abult. y hund. (H)	021.2
01.Piel de cocodrilo (M)	017.9
11.Parqueo-acometida (M)	011.9
13.Huecos (M)	008.3
12.Pulim. agregados(LMH)	005.6
13.Huecos (L)	003.5

valor deducido más alto : 021.2
 Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 08.23

=====
 PCI Sección : 065 Bueno



MEQUIADES VILCHEZ CHAMORRO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 78238

Figura 167. Resultados de la Unidad de muestra U-01, generado por el programa UnalPCIA (Procesador de datos ingepav)

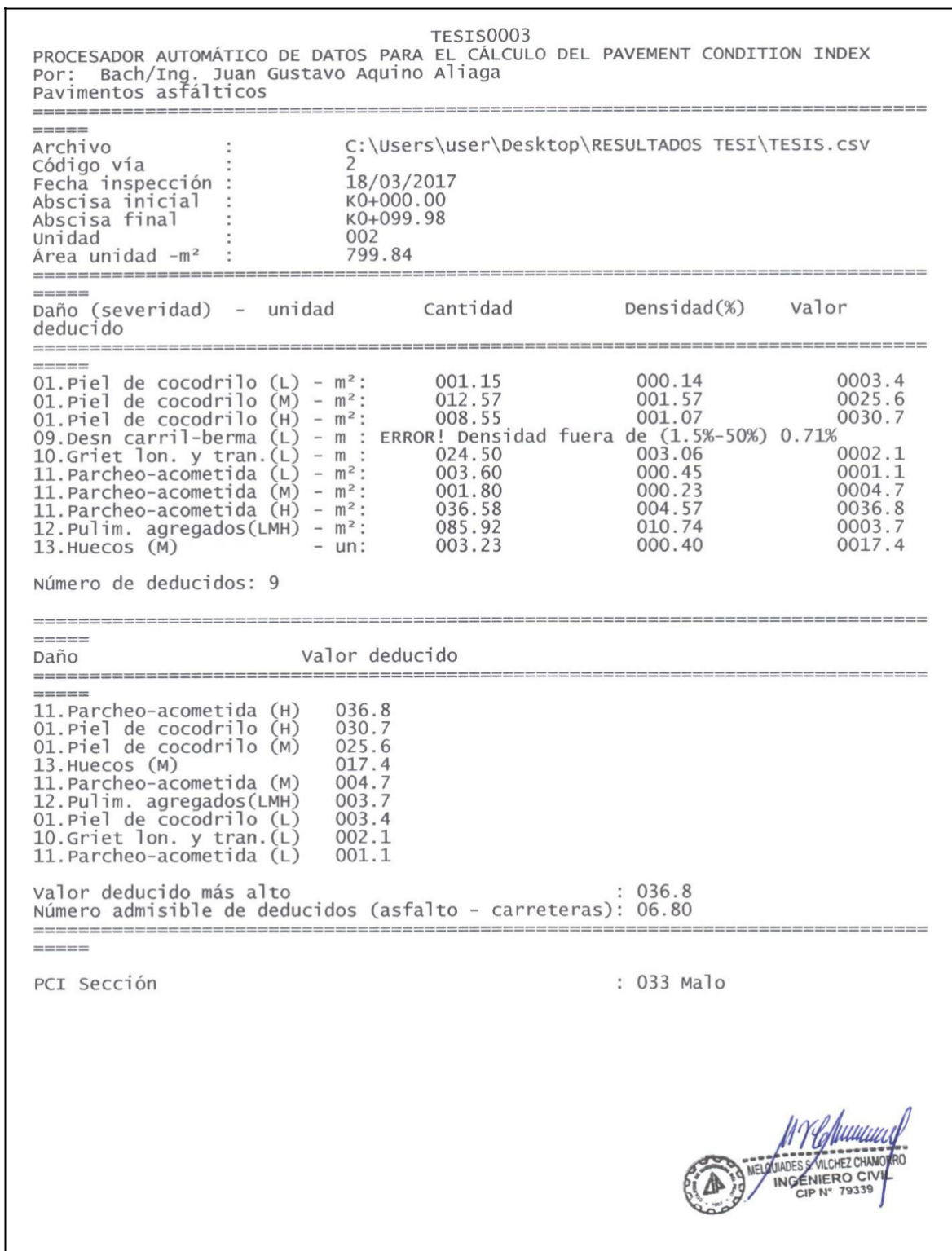


Figura 168. Resultados de la Unidad de muestra U-02, generado por el programa

UnalPCIA (Procesador de datos **ingepav**)

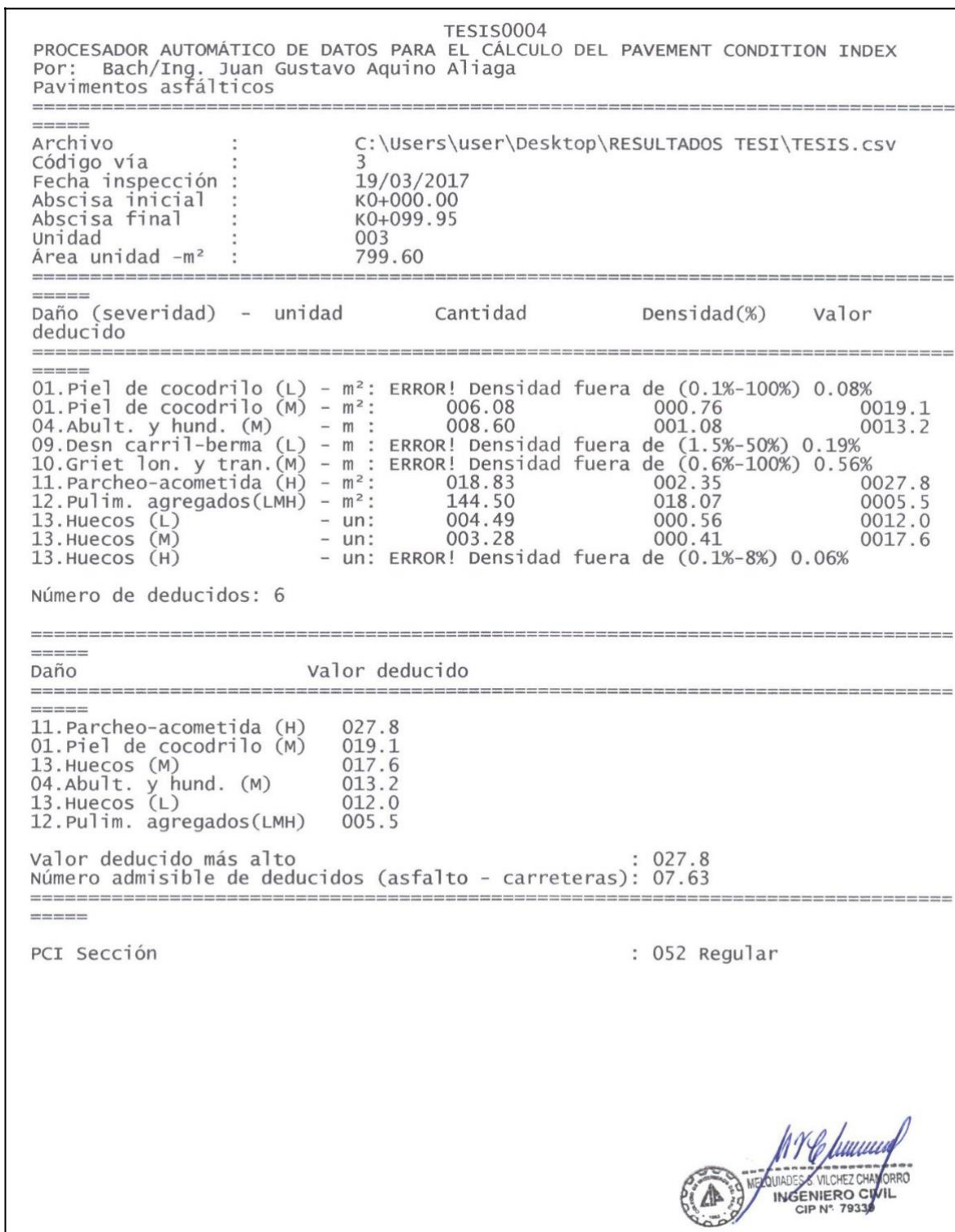


Figura 169. Resultados de la Unidad de muestra U-03, generado por el programa

UnalPCIA (Procesador de datos **ingepav**)

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX

Por: Bach/Ing. Juan Gustavo Aquino Aliaga

Pavimentos asfálticos

Archivo C:\Users\USER\Documents\Tesis.csv

No.	Inicio	Final	PCI	Piel de cocodrilo (m ²)	Parqueo (m ²)	Huecos (un)	Reconstrucción (m ²)
0	0	0	0	100	0	0	0
1	0	0	112.32	65	6.07	12.38	2.47
2	0	0	99.98	33	22.27	41.98	3.23
3	0	0	99.95	52	6.08	18.83	7.77

Observaciones

U - 01 03-(L) 0.09(2-100) 04-(L) 0.11(0.3-30) 09-(L) 0.72(1.5-50) 10-(L) 0.83(2-100) 11-(L) 0.13(0.4-50)
 U - 02 09-(L) 0.71(1.5-50)
 U - 03 01-(L) 0.08(0.1-100) 09-(L) 0.19(1.5-50) 10-(M) 0.56(0.6-100) 13-(H) 0.06(0.1-8)

MELQUIADES S. VILCHEZ CHAMORRO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 79039

Figura 170. Resumen de resultados de la Unidad de muestra **U-01**, generado por el programa UnalPCIA (Procesador de datos **ingepav**).