



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

TÍTULO:

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD
ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN
OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA
CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE
HUANTA, REGIÓN AYACUCHO – AGOSTO 2016**

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

PRESENTADO POR:

Bach. JUAN RUBÉN CÁRDENAS RIVEROS

ASESOR:

Mgtr. GONZALO LEÓN DE LOS RÍOS

AYACUCHO – PERÚ

2016

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

TITULO:

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD
ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN
OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA
CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE
HUANTA, REGIÓN AYACUCHO - AGOSTO 2016**

HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR

Ing° ARÍSTIDES GONZALO VELIZ FLORES
PRESIDENTE

Ing° [EDWARD](#) LEÓN PALACIOS
SECRETARIO

Dr. Ing° RIGOBERTO [CERNA](#) CHÁVEZ
MIEMBRO

AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente inagotable de sabiduría,
fortaleza y consecuencia; para el logro de mi
objetivo profesional.

A la Universidad Católica Los Ángeles de
Chimbote:

A Toda mi familia por su comprensión y
constancia, quienes han permitido el logro de
mis objetivos.

DEDICATORIA:

Con mucho cariño a la memoria de mis padres, quienes supieron cultivar en mí, la perseverancia en el logro de objetivos como fin último de la virtud y honestidad.

A los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, quienes con su compromiso de entrega y transmitir sus experiencias profesionales nos han aportado conocimientos en bien de nuestra formación académica.

RESUMEN

La presente tesis, evaluó cada una de las patologías del pavimento flexible, determinando la obtención del índice de integridad estructural “PCI” y la condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho al mes de agosto del año 2016; cuyo objetivo principal estuvo relacionada con el estudio de las patologías en cada unidad de muestra y determinación del PCI para dichas unidades permitiéndonos determinar la condición operacional de la superficie de rodadura en el tramo vial estudiado; para lo cual se tomó de base las investigaciones nacionales e internacionales relacionadas a la presente investigación, que aportó a dar solución a la problemática de la investigación. Del mismo modo, la metodología utilizada en el presente trabajo fue del tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterarla, predominantemente cuantitativo porque permitió generar datos de

campo para su evaluación y con un nivel de diseño de investigación no experimental, porque estudia el problema y analiza sin recurrir a un análisis de laboratorio y transversal porque se analiza en el periodo agosto 2016.; finalmente se concluyó que los primeros 500 metros de la avenida Carlos la Torre cortéz presentó un índice de integridad estructural de 34, clasificado en la escala de gradación como un pavimento en estado malo.

Palabras claves: Patologías, pavimento flexible, índice de integridad estructural, condición operacional, superficie de rodadura (PCI).

ABSTRACT

This thesis, evaluated each of the pathologies of flexible pavement, determining obtaining the index of structural integrity "PCI" and the operational condition of the road surface of the Carlos Torre Cortez Avenue, district of Huanta province of Huanta Ayacucho to August 2016 region; whose main objective was related to the study of diseases in each sample unit and determination of PCI for these units allowing us to determine the operational condition of the road surface in the studied stretch of road; which it was taken to base national and international research related to this investigation, which contributed to resolving the problem of research. Similarly, the methodology used in this study was descriptive because it describes reality without altering it, predominantly quantitative because it allowed generate numeric field data for evaluation and a design level of non-experimental research, because it studies the problem and It analyzes without resorting to laboratory analysis; finally it concluded that the first 500 meters from Avenida Carlos la Torre cortéz presented an index of structural integrity of 34, ranked in the sliding scale as a pavement state.

Keywords: Pathologies of flexible pavement, index structural integrity and operational condition of the road surface (PCI).

INDICE GENERAL

Pg.

I.	INTRODUCCIÓN.....	19
II.	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	20
2.1	Antecedentes.....	20
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	21
2.2	Bases Teóricas de la Investigación.....	22
2.2.1.	Pavimento.....	22
2.2.2.	Asfalto.....	23
2.2.3.	Importancia de Evaluación de Pavimentos.....	25
2.2.4.	Clasificación de Pavimentos.....	25
2.2.5.	Descripción Estructural del pavimento flexible.....	27
2.2.6.	Causas del surgimiento de fallas en los pavimentos flexibles.....	30
2.2.7.	Tipos de falla en los pavimentos flexibles.....	31
2.2.8.	Tipos de patología en pavimentos flexibles.....	31
2.2.9.	Método VIZIR.....	49
2.2.10.	Método PCI (Pavement Condition Index) para pavimentos flexibles.....	52

III.	METODOLOGÍA.....	69
3.1.	Tipo de investigación de la tesis.....	69
3.2.	Nivel de investigación de la tesis.....	69
3.3.	Diseño de la investigación.....	70
3.4.	Población y muestra.....	71
3.5.	Definición y Operacionalización de las variables.....	71
3.6.	Técnicas y materiales usados para la toma de muestras.....	72
3.7.	Plan de análisis.....	73
3.8.	Matriz de consistencia.....	74
3.9.	Principios Éticos.....	75
	3.9.1. Ética para el inicio de la evaluación.....	75
	3.9.2. Ética en la recolección de datos.....	75
	3.9.3. Ética para la solución de análisis.....	75
	3.9.4. Ética en la solución de resultados.....	75
3.10.	Plan de Evaluación Superficial de la Avenida Carlos la Torre Cortéz.....	76
3.11.	División de las unidades de muestra.....	77
3.12.	Selección de las Unidades muestrales para Inspección.....	78
3.13.	Inspección de las unidades de muestra ó unidades muestrales.....	80
IV.	RESULTADOS.....	81
4.1.	Resultados del Cálculo del PCI por cada Unidad Muestral.....	81
4.2.	Análisis de Resultados.....	129
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	133
5.1.	Conclusiones.....	133
5.2.	Recomendaciones.....	134
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135

INDICE DE FOTOS

Foto N° 0 1 Vista de una autopista nueva en España antes de ser inaugurada.....	24
Foto N° 0 2 Pavimento rígido.....	26
Foto N° 0 3 Pavimento Flexible.....	27
Foto N° 0 4 Pavimento Híbrido.....	27
Foto N° 0 5 Piel de cocodrilo (falla por fatiga).....	33
Foto N° 0 6 Fisuras en bloque.....	34
Foto N° 0 7 Fisuras de borde.....	35
Foto N° 0 8 Fisura de reflexión de junta (bloques grandes).....	36
Foto N° 0 9 Fisuras longitudinales y transversales.....	37
Foto N° 10 Fisura parabólica.....	38
Foto N° 11 Abultamientos (tipo lomo).....	39
Foto N° 12 Hundimientos (tipo asentamiento diferencial).....	39
Foto N° 13 Corrugación (deformación de carpeta).....	40
Foto N° 14 Depresión (Asentamiento de la carpeta y fractura longitudinal).....	41
Foto N° 15 Ahuellamiento logitudinal muy marcado.....	42
Foto N° 16 Desplazamiento (por dilatación de la losa).....	43
Foto N° 17 Hinchamiento (Levantamiento de carpeta).....	44
Foto N° 18 Baches.....	45
Foto N° 19 Peladura (pérdida de bitumen de cubierta).....	46
Foto N° 20 Exudación.....	47
Foto N° 21 Desnivel entre el carril y la berma.....	47
Foto N° 22 Parche (con bloquetas de pavimento rígido).....	48
Foto N° 23 Parche de cortes utilitarios.....	48
Foto N° 0 24 Vista fotográfica de la Av. Carlos la Torre Cortéz.....	76
Foto N° 25 Vista fotográfica Inicio de la Av. Carlos la Torre Cortéz. Primer tramo.....	79
Foto N° 26 Vista de la unidad de muestra “U1” y “U2”, prog. 0+000 – 0+060.....	54
Foto N° 27 Vista de las unidades “U3” al “U6”, progresivas 0+070 – 0+180.....	54

Foto N° 28 Vista de las unidades “U7” “U8” y “U9”, progresivas 0+190 – 0+270.....	54
Foto N° 29 Vista de las unidades “U9” al “U10”, progresivas 0+270 – 0+300.....	54
Foto N° 30 Vista de las unidades “U6” al “U10”, progresivas 0+190 – 0+300.....	54
Foto N° 31 Vista de las unidades “U10” al “U14”, progresivas 0+300 – 0+450.....	54
Foto N° 32 Vista de las unidades “U15” al “U16”, progresivas 0+450 – 0+500 km.....	54
Foto N° 33 Ahuellamiento con pérdida de áridos.....	54
Foto N° 34 Pérdida de áridos en estado alto.....	54
Foto N° 35 Presencia de Bacheos con presencia de Huecos.....	54
Foto N° 36 Huecos de 15 cm de profundidad y desmoronamiento.....	54
Foto N° 37 Fisuras de bloque en proceso de desprendimiento.....	54
Foto N° 38 Hundimiento de pavimento por falla estructural.....	54
Foto N° 39 Abultamiento hacia el borde y presencia de hundimiento.....	54
Foto N° 40 Hueco de severidad alta junto a un pavimento rígido.....	54
Foto N° 41 Ahuellamiento longitudinal en la progresiva 0+500 km.....	54
Foto N° 42 Trabajos de bacheo y cambio del material granular del paquete estructural “base” en la Unidad de muestra “U9” progresiva 0+300 km	54
Foto N° 43 Huecos en la Unidad de muestra “U2” demostrando la existencia con similares presentaciones en la población de muestra evaluada de los 500 m.....	54

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 0 1 Paquete estructural de un pavimento flexible.....	22
Figura N° 0 2 Estructura del pavimento flexible, rígido e híbrido.....	28
Figura N° 0 3 Resumen en fallas de pavimentos flexibles.....	32
Figura N° 0 4 Evaluación de la Condición Superficial del Pavimento método VIZIR.....	50
Figura N° 0 5 Esquema selección de unidades de muestra de la Av. Carlos la Torre.....	79
Figura N° 0 7: Ubicación de la población muestral en la Av Carlos la Torre Cortéz.....	54

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 0 1 Relación de equivalencia para muestreos.....	56
---	----

Tabla N° 0 2 Formato para evaluación de patologías en pavimento flexible.....	58
Tabla N° 0 3 Rangos cualitativos del PCI.....	61
Tabla N° 0 4 Clasificación General de los deterioros en Pavimentos Asfálticos.....	63
Tabla N° 0 5 Clase y severidad de daños según el CPI.....	64
Tabla N° 0 6 Índice PCI y Escala de Graduación.....	68
Tabla N° 0 7 Condición real de evaluación del pavimento flexible.....	129
Tabla N° 0 8 Calificación del PCI considerando tres condiciones.....	132

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 0 1 Cuadro de Operacionalización de Variables.....	71
Cuadro N° 0 2 “Determinación y evaluación de las patologías, para obtener el Índice de Integridad Estructural del pavimento flexible y Condición Operacional de la superficie de rodadura de la Avenida Carlos La Torre Cortéz, distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho, mayo 2016”	74

Cuadro N° 0 3 Unidad de Muestra U1: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	81
Cuadro N° 0 4 Número máximo de Valor Deducido U1 (HDV).....	82
Cuadro N° 0 5 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U1.....	82
Cuadro N° 0 6 Valor PCI e interpretación de la U1.....	83
Cuadro N° 0 7 Unidad de Muestra U2: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	84
Cuadro N° 0 8 Número máximo de Valor Deducido U2 (HDV).....	85
Cuadro N° 0 9 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U2.....	85
Cuadro N° 10 Valor PCI e interpretación de la U2.....	86
Cuadro N° 11 Unidad de Muestra U3: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	87
Cuadro N° 12 Número máximo de Valor Deducido U3 (HDV).....	88
Cuadro N° 13 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U3.....	88
Cuadro N° 14 Valor PCI e interpretación de la U3.....	89
Cuadro N° 15 Unidad de Muestra U4: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	90
Cuadro N° 16 Número máximo de Valor Deducido U4 (HDV).....	90
Cuadro N° 17 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U4.....	91
Cuadro N° 18 Valor PCI e interpretación de la U4.....	91
Cuadro N° 19 Unidad de Muestra U5: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	93
Cuadro N° 20 Número máximo de Valor Deducido U5 (HDV).....	93
Cuadro N° 21 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U5.....	94
Cuadro N° 22 Valor PCI e interpretación de la U5.....	94
Cuadro N° 23 Unidad de Muestra U6: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	96
Cuadro N° 24 Número máximo de Valor Deducido U6 (HDV).....	96
Cuadro N° 25 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U6.....	97
Cuadro N° 26 Valor PCI e interpretación de la U6.....	97
Cuadro N° 27 Unidad de Muestra U7: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	99
Cuadro N° 28 Número máximo de Valor Deducido U7 (HDV).....	99
Cuadro N° 29 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U7.....	100
Cuadro N° 30 Valor PCI e interpretación de la U7.....	100
Cuadro N° 31 Unidad de Muestra U8: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	102
Cuadro N° 32 Número máximo de Valor Deducido U8 (HDV).....	102
Cuadro N° 33 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U8.....	103
Cuadro N° 34 Valor PCI e interpretación de la U8.....	103
Cuadro N° 35 Unidad de Muestra U9: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	105
Cuadro N° 36 Número máximo de Valor Deducido U9 (HDV).....	105
Cuadro N° 37 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U9.....	106
Cuadro N° 38 Valor PCI e interpretación de la U9.....	106
Cuadro N° 39 Unidad de Muestra U10: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	108
Cuadro N° 40 Número máximo de Valor Deducido U10 (HDV).....	108

Cuadro N° 41 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U10.....	109
Cuadro N° 42 Valor PCI e interpretación de la U10.....	109
Cuadro N° 43 Unidad de Muestra U11: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	111
Cuadro N° 44 Número máximo de Valor Deducido U11 (HDV).....	111
Cuadro N° 45 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U11.....	112
Cuadro N° 46 Valor PCI e interpretación de la U11.....	112
Cuadro N° 47 Unidad de Muestra U12: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	114
Cuadro N° 48 Número máximo de Valor Deducido U12 (HDV).....	114
Cuadro N° 49 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U12.....	115
Cuadro N° 50 Valor PCI e interpretación de la U12.....	115
Cuadro N° 51 Unidad de Muestra U13: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	117
Cuadro N° 52 Número máximo de Valor Deducido U13 (HDV).....	117
Cuadro N° 53 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U13.....	118
Cuadro N° 54 Valor PCI e interpretación de la U13.....	118
Cuadro N° 55 Unidad de Muestra U14: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	120
Cuadro N° 56 Número máximo de Valor Deducido U14 (HDV).....	120
Cuadro N° 57 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U14.....	121
Cuadro N° 58 Valor PCI e interpretación de la U14.....	121
Cuadro N° 59 Unidad de Muestra U15: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	123
Cuadro N° 60 Número máximo de Valor Deducido U15 (HDV).....	123
Cuadro N° 61 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U15.....	124
Cuadro N° 62 Valor PCI e interpretación de la U15.....	124
Cuadro N° 63 Unidad de Muestra U16: Av. Carlos La Torre Cortéz.....	126
Cuadro N° 64 Número máximo de Valor Deducido U16 (HDV).....	126
Cuadro N° 65 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U16.....	127
Cuadro N° 66 Valor PCI e interpretación de la U16.....	127
Cuadro N° 67 Cuadro resumen de resultados.....	130
Cuadro N° 68 Hoja resumen final del PCI en el pavimento flexible.....	131
Cuadro N° 69 Reporte de resultados del PCIs por cada unidad de muestra.....	131

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 0 1 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U1.....	82
Gráfico N° 0 2 Valor promedio del PCI en la U1.....	83
Gráfico N° 0 3 Incidencias Patológicas en la U1.....	83
Gráfico N° 0 4 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U2.....	85
Gráfico N° 0 5 Valor promedio del PCI en la U2.....	86
Gráfico N° 0 6 Incidencias Patológicas en la U2.....	86
Gráfico N° 0 7 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U3.....	88
Gráfico N° 0 8 Valor promedio del PCI en la U3.....	89
Gráfico N° 0 9 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U4.....	91
Gráfico N° 10 Valor promedio del PCI en la U4.....	92
Gráfico N° 11 Incidencias Patológicas en la U4.....	92
Gráfico N° 12 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U5.....	94
Gráfico N° 13 Valor promedio del PCI en la U5.....	95
Gráfico N° 14 Incidencias Patológicas en la U5.....	95
Gráfico N° 15 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U6.....	97
Gráfico N° 16 Valor promedio del PCI en la U6.....	98
Gráfico N° 17 Incidencias Patológicas en la U6.....	98
Gráfico N° 18 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U7.....	100

Gráfico N° 19 Valor promedio del PCI en la U7.....	101
Gráfico N° 20 Incidencias Patológicas en la U7.....	101
Gráfico N° 21 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U8.....	103
Gráfico N° 22 Valor promedio del PCI en la U8.....	104
Gráfico N° 23 Incidencias Patológicas en la U8.....	104
Gráfico N° 24 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U9.....	106
Gráfico N° 25 Valor promedio del PCI en la U9.....	107
Gráfico N° 26 Incidencias Patológicas en la U9.....	107
Gráfico N° 27 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U10.....	109
Gráfico N° 28 Valor promedio del PCI en la U10.....	110
Gráfico N° 29 Incidencias Patológicas en la U10.....	110
Gráfico N° 30 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U11.....	112
Gráfico N° 31 Valor promedio del PCI en la U11.....	113
Gráfico N° 32 Incidencias Patológicas en la U11.....	113
Gráfico N° 33 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U12.....	115
Gráfico N° 34 Valor promedio del PCI en la U12.....	116
Gráfico N° 35 Incidencias Patológicas en la U12.....	116
Gráfico N° 36 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U13.....	118
Gráfico N° 37 Valor promedio del PCI en la U13.....	119
Gráfico N° 38 Incidencias Patológicas en la U13.....	119
Gráfico N° 39 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U14.....	121
Gráfico N° 40 Valor promedio del PCI en la U14.....	122
Gráfico N° 41 Incidencias Patológicas en la U14.....	122
Gráfico N° 42 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U15.....	124
Gráfico N° 43 Valor promedio del PCI en la U15.....	125
Gráfico N° 44 Incidencias Patológicas en la U15.....	125
Gráfico N° 45 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U16.....	127
Gráfico N° 46 Valor promedio del PCI en la U16.....	128
Gráfico N° 47 Incidencias Patológicas en la U16.....	128
Gráfico N° 48 Reporte estadístico de la evaluación global final.....	131

I. INTRODUCCIÓN

La presencia de las patologías que se presentaron en el pavimento flexible de la Av Carlos la Torre Cortéz, de la ciudad de Huanta, nos permitió identificar el grado de daño por cada unidad de muestra, en la que se pudo caracterizar cada deficiencia como de incidencia homogénea IN SITU, que luego dichos datos fueron procesados en gabinete usando el método del PCI seleccionado para este estudio de investigación el cual nos ha permitido determinar el grado de servicialidad global de la población de estudio.

La evaluación realizada entre la progresiva 0+000 al 0+500 de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, comprendió evaluar visualmente y cuantitativamente la superficie de la carpeta asfáltica y su grado de incidencia para clasificar la condición de servicio por el método PCI. Cabe señalar que dicha evaluación no implica el estudio del paquete estructural, pero sí el de asumir las posibles causas que han originado de acuerdo a la visita detallada IN SITU.

La justificación básica del estudio de investigación referente a las patologías estudiadas y el uso del método PCI, nos han permitido determinar las condiciones de servicialidad actual y lograr el rango de calificación cuantitativa en la que se ha determinado darle un valor interpretado de ser una arteria vial “MALO”, razón por la cual, es oportuno preguntar: ¿En qué medida la evaluación patológica de los pavimentos flexibles, haciendo uso del método PCI, nos ayudaría a prevenir y evitar los deterioros acelerados de las vías urbanas en la ciudad de Huanta?

II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes-

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según (Ricardo J. Miranda. 2010)¹, en su libro “**Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos**”, menciona la mejor forma de identificar las fallas del pavimento y determinar porqué se han producido, es, mediante la conducción de un estudio de reconocimiento deseablemente una vez al año, preferiblemente al comienzo de la primavera. En él se debe identificar el tipo, severidad y magnitud de cada falla. También se debe tratar de determinar si el diseño del pavimento, la carga soportada, el agua, la temperatura, los materiales del pavimento o la construcción fueron la causa de la falla. Además de la inspección visual, pueden emplearse pruebas destructivas y no-destructivas para determinar la condición estructural y las condiciones del material bajo la superficie del pavimento.

Según (Ings. Eduardo lozano y Ricardo Tabares)². En el trabajo de tesis en maestría denominado “**Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento Flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio Ciudadela del café- Vía la Badea**”, define que el transporte, es un elemento de gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales, y la servicialidad de las carreteras contribuye al desarrollo socio económico de los sectores de la población, por ello es necesario de una adecuada planificación en los proyectos viales para que puedan garantizar y facilitar en mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Dicha servicialidad en función directa del estado superficial y estructural del pavimento. Por ello es de gran importancia para la región, que se cuente con una red vial eficiente, que permita la comunicación entre sus diferentes núcleos urbanos y rurales.

Según, (Guillermo Thenoux Z.)³, menciona que el deterioro progresivo de un pavimento es un proceso que comienza inmediatamente después de su construcción y puesta en servicio. Las causas principales del deterioro progresivo, son las sollicitaciones externas producidas por el tráfico y diversos agentes climáticos. Sin embargo, la tasa y el tipo de deterioro que experimente un pavimento dependerán de la calidad y diseño del pavimento.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según (Edwin w. Apolinario Morales)⁴, en su tesis de maestría. “Innovación del Método Vizir en Estrategias de Conservación y Mantenimiento de Carreteras de bajo volumen de tránsito”, Concluye que, el método de evaluación de la condición superficial de pavimentos

más difundido en el medio es el PCI (Paviment Condition Index-método Estado Unidense), pero el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) con la finalidad de introducir una nueva alternativa de evaluación presentó un Proyecto del Sistema de Gestión de Carreteras, en la cual considera el catálogo para pavimentos flexibles procedentes del método VIZIR; sin embargo a la fecha solo continua vigente el método PCI, posiblemente por falta de mayor difusión de los alcances del método VIZIR.

Según, (Jhessy E. Camposano y Kenny V. García)⁵, en el título profesional “Diagnóstico del estado situacional de la vía Av. Argentina – Av. 24 de junio por el método: Índice de Condición de Pavimentos”. Define que, el diseño y la ejecución de un pavimento no es suficiente para garantizar la calidad de vida de este, siendo muchas veces olvidado por los gobiernos locales y regionales, el mantenimiento y rehabilitación de un pavimento debe ser rutinario para la prolongación de su vida útil, para ello es necesario realizar un diagnóstico vial constante. Es por ello que basado en la teoría de evaluación de pavimentos, se realizó la investigación sobre el método PCI y su aplicación en el diagnóstico de la vía en estudio, el cual se basa en la inspección visual por unidades de muestreo del pavimento.

Según, (Néstor W. Huamán Guerrero)⁶, menciona que en el Perú, debido a su diversidad climática requiere de diseños de pavimentos y mezclas asfálticas con propiedades específicas para atender la necesidad de cada región. Las causas que originan la deformación permanente y las condiciones climáticas en el Perú, permitirá anticiparse a un deterioro prematuro de los pavimentos asfálticos en el Perú, lo que incidirá en la economía del país.

2.2 Bases Teóricas de la Investigación.

2.2.1. Pavimento.

Según (Diana Delfina Morocho Peña)⁷. En su tesis “Determinación y Evaluación de las Patologías del concreto en la veredas de la urbanización Santa María del Pinar, distrito de Piura, Provincia de Piura, departamento de Piura, Chimbote-2011”, menciona que un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos o cualquier otra carga móvil durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado.

Cuando existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se producen los deterioros que pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento.

Según (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez)⁸. En su libro “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla”. Menciona a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), donde refiere que el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. Ver figura N° 01.

Figura N° 0 1 Paquete estructural de un pavimento flexible



Fuente: Norma AASHTO

Las diferentes capas de material seleccionado que conforman el paquete estructural, reciben directamente las cargas de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada. Es por ello que todo pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, así como abrasiones y punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos o la compresión de elementos que se apoyan sobre él.

Es importante conocer la clasificación de los pavimentos, para poderlos distinguir entre ellos y lograr llevar a cabo un proceso de evaluación adecuada.

Según (Facultad de Ciencias y Tecnología, de la UNSS de Bolivia)⁹, en su texto guía “Pavimentos”, define que un pavimento es una estructura, que está asentado sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. Hay una gran diversidad de tipos de pavimento, dependiendo del tipo de vehículos que transitarán y del volumen de tráfico.

2.2.2. Asfalto

Según, (Ronald Mercado y otros)¹⁰. “Emulsiones asfálticas”, define al asfalto desde el punto

de vista de su composición química, mencionando que los asfaltos son mezclas complejas de hidrocarburos de alto peso molecular, con una notable proporcionalidad de heteroátomos (Oxígeno, Azufre, Nitrógeno) y cierta cantidad de metales, tales como Vanadio y Níquel. Adicionalmente, la mayoría de los asfaltos muestran en su composición ciertas sales orgánicas solubles en la forma de microcristales. Existen dos tipos de mezclas típicas para el asfaltado:

Mezclas asfálticas en caliente

Son mezclas agregado-asfalto que utilizan como material ligante un cemento asfáltico que no es fluido a temperatura ambiente, por tanto, requiere ser calentado a altas temperaturas hasta lograr disminuir su viscosidad a un valor requerido. En el proceso de elaboración es necesario calentar el agregado a temperaturas similares a las del ligante a fin de mantener la viscosidad y en ningún caso, la diferencia de temperatura entre el asfalto y los áridos debe ser mayor a 10 °C. Ver la foto N° 01

Foto N° 0 1 Vista de una autopista nueva en España antes de ser inaugurada



Fuente : Google Internet

Mezclas asfálticas en frío

Estas se dividen en dos grupos, según el proceso utilizado para fluidificar el asfalto base:

- Mezclas en frío con asfaltos rebajados
- Mezclas en frío con emulsiones asfálticas.

Las mezclas en frío con asfaltos rebajados, son la combinación árido-asfalto que utilizan como ligante un cemento asfáltico rebajado, también conocido como asfalto líquido. Este asfalto, se obtiene mediante la adición al asfalto base, de solventes de su misma naturaleza

(kerosén, nafta, gasoil). Los requisitos que deben cumplir estas mezclas se encuentran especificadas en las normas COVENIN. Las mezclas en frío con emulsiones asfálticas, son mezclas árido-asfalto que utilizan como ligante el mismo cemento asfáltico empleado en las mezclas en caliente y en frío con asfalto rebajado, con la diferencia de que este se encuentra emulsionado en una fase acuosa.

2.2.3. Importancia de Evaluación de Pavimentos

Según (Ing. Carlos Echeverry, 2014)¹¹, menciona que La auscultación de vías se constituye en un elemento esencial en la gestión de pavimentos, razón por la cual se hace necesario realizar un seguimiento del estado actual de las redes viales a través de inspecciones visuales, para proporcionar la información necesaria para el procesamiento de datos que pueden utilizarse para determinar los modelos de comportamiento de las estructuras de pavimentos.

2.2.4. Clasificación de Pavimentos

(Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, No siempre un pavimento se compone de las capas señaladas en la figura N° 01. La ausencia o reemplazo de una o varias de esas capas depende de diversos factores, como por ejemplo del soporte de la subrasante, de la clase de material a usarse, de la intensidad de tránsito, entre otros.

Por esta razón, pueden identificarse 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que a continuación se detallan:

2.2.4.1. Pavimento rígido

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez, 2009)¹². Menciona que el pavimento rígido o pavimento hidráulico, se compone de losas de pavimento hidráulico que algunas veces presentan acero de refuerzo. Esta losa va sobre la base (o subbase) y ésta sobre la subrasante. Este tipo de pavimentos no permite deformaciones de las capas inferiores⁶. Ver foto N° 02.

El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas.

2.2.4.2. Pavimento híbrido

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)¹⁰. Refiere que al pavimento híbrido se le conoce también como pavimento mixto, y es una combinación de flexible y rígido. Por ejemplo, cuando se colocan bloquetas de pavimento en lugar de la carpeta asfáltica, se tiene un tipo de pavimento híbrido. Ver foto N° 04. El objetivo de este

tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que las bloquetas producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas, lo que obliga al conductor a mantener una velocidad máxima de 60 km/h. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.

2.2.4.3. Pavimento flexible

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que es llamado también pavimento asfáltico, el pavimento flexible está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle. Luego, debajo de la carpeta, se encuentran la base granular y la capa de subbase, destinadas a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. Finalmente está la subrasante que sirve de soporte a las capas antes mencionadas. Ver foto N° 03.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tiene la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

Foto N° 0 2 Pavimento rígido



Fuente : Internet

Foto N° 0 3 Pavimento Flexible



Fuente : Internet

Foto N° 0 4 Pavimento Híbrido



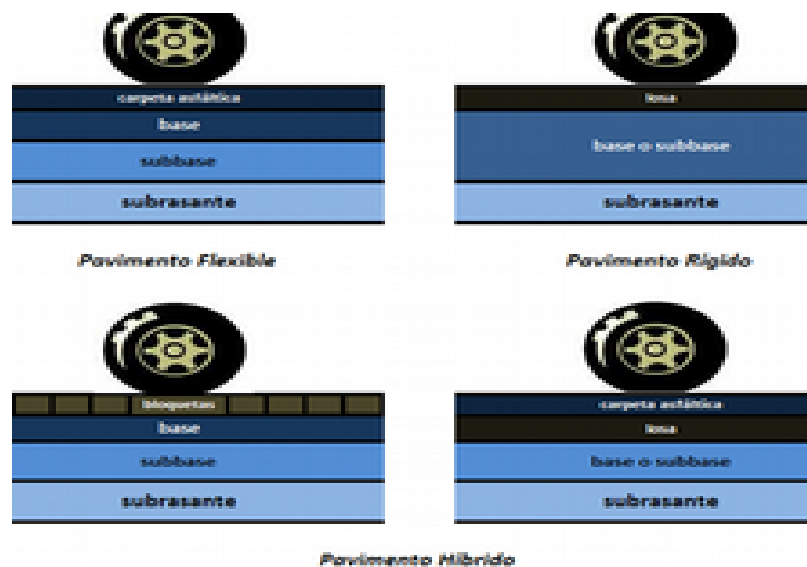
Fuente: Internet

2.2.5. Descripción Estructural del pavimento flexible

El trabajo de la presente tesis está referido a los pavimentos urbanos y urbanos marginales flexibles, por lo que se explicará a detalle las capas que lo constituyen y su comportamiento frente a sollicitaciones externas.

Como se observa en la clasificación de pavimentos, en la figura N° 02, los pavimentos flexibles están constituidos por las siguientes capas: carpeta asfáltica, base, sub base y sub rasante. A continuación se explica a detalle cada uno de estos elementos.

Figura N° 0 2 Estructura del pavimento flexible, rígido e híbrido



Fuente: Norma AASHTO

2.2.5.1. **Carpeta Asfáltica**

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, explica que la carpeta asfáltica es la capa que se coloca en la parte superior del paquete estructural, sobre la base, y es la que le proporciona la superficie de rodamiento a la vía.

Cumple la función de impermeabilizar la superficie evitando el ingreso de agua que podría saturar las capas inferiores. También evita la desintegración de las capas subyacentes y contribuye al resto de capas a soportar las cargas y distribuir los esfuerzos (cuando se construye con espesores mayores a 2.5 cm.).

La carpeta es elaborada con material pétreo seleccionado y un aglomerante que es el asfalto. Es de gran importancia conocer el contenido óptimo de asfalto a emplear, para garantizar que la carpeta resista las cargas a la que será sometida. Un exceso de asfalto en la mezcla puede provocar pérdida de estabilidad, e incluso hacer resbalosa la superficie. Esta capa es la más expuesta al intemperismo y a los efectos abrasivos de los vehículos, por lo que necesita de mantenimientos periódicos para garantizar su adecuada performance.

2.2.5.2. **Base**

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, Es la capa de pavimento ubicada debajo de la superficie de rodadura y tiene como función primordial soportar, distribuir y transmitir las cargas a la sub base, que se encuentra en la parte inferior. La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; pero también puede estar conformada con cemento Portland, cal o materiales bituminosos, recibiendo el nombre de base

estabilizada. Éstas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie y transmitirla hacia los niveles inferiores del paquete estructural.

2.2.5.3. Sub base

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, La sub base se localiza en la parte inferior de la base, por encima de la sub rasante. Es la capa de la estructura de pavimento destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas en la carpeta asfáltica. Está conformada por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas. Además, la sub base controla los cambios de volumen y elasticidad del material del terreno de fundación, que serían dañinos para el pavimento.

2.2.5.4. Sub rasante

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, dice que la sub rasante es la capa de terreno que soporta el paquete estructural y que se extiende hasta una profundidad en la cual no influyen las cargas de tránsito.

Esta capa puede estar formada en corte o relleno, dependiendo de las características del suelo encontrado. Una vez compactada, debe tener las propiedades, secciones transversales y pendientes especificadas de la vía.

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

2.2.6. Causas del surgimiento de fallas en los pavimentos flexibles.

Según, (Ing. Maylín Corros y otros)¹³, menciona que durante la vida de servicio de un pavimento, existen causas de origen diverso que afectan la condición de la superficie de rodamiento, lo cual compromete su función de ofrecer a los usuarios la posibilidad de un rodaje seguro, cómodo y económico. Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar:

- 1) Fin del período de diseño original y ausencia de acciones de rehabilitación mayor durante el mismo. En este caso la falla es la prevista o esperada.
- 2) Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento original.

- 3) Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal como en la calidad de los materiales empleados.
- 4) Diseño deficiente (errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados).
- 5) Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
- 6) Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
- 7) Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.

Dependiendo de su origen, las fallas pueden ser clasificadas como fallas funcionales (superficiales) o fallas estructurales. En el primer caso, el defecto se presenta o circunscribe a la superficie de la capa asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al restablecimiento de la rugosidad o regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural.

2.2.7. Tipos de falla en los pavimentos flexibles

Todas las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, dentro de ello podemos mencionar a la calidad de los materiales, proceso de construcción, tránsito vehicular con sobrecarga, carencia de obras de arte (cunetas, alcantarillas, badenes, cruces peatonales, buzón de alcantarilla, etc.) y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía. Existen dos tipos de fallas.

2.2.7.1. Fallas Estructurales.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, explica que son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas.

2.2.7.2. Fallas funcionales.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, explica que son las que afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

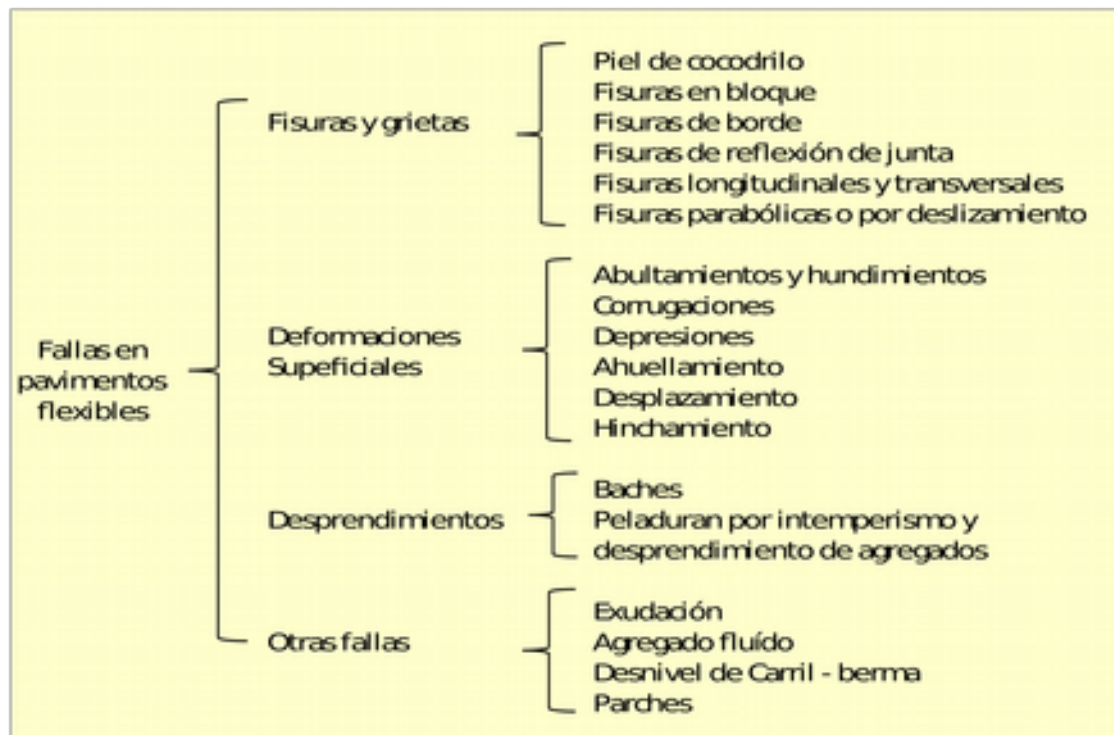
2.2.8. Tipos de patología en pavimentos flexibles.

Según (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, menciona que en el Foro para el dialogo y el intercambio fluido de experiencias entre los responsables de carreteras de Iberoamérica y los países ibéricos)¹⁴, concluye que los defectos que presenta un pavimento y que disminuyen la comodidad del usuario o la vida de servicio de esa estructura,

frecuentemente corresponden a defectos constructivos y difícilmente pueden clasificarse como deterioros.

Las fallas en los pavimentos flexibles son típicas, los mismos que se agrupan en 4 categorías: fig. N° 03.

Figura N° 0 3 Resumen en fallas de pavimentos flexibles.



Fuente: PIRHUA

A continuación se explican de manera detallada cada una de las 18 fallas más comunes que afectan a los pavimentos flexibles, y que se ajustan perfectamente a la evaluación por el método PCI y poder determinar las condiciones funcionales actuales. Se presenta dichas fallas de acuerdo a la figura N° 03.

2.2.8.1. Falla por fisuras y grietas

1. Piel de cocodrilo

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que la piel de cocodrilo es un conjunto de fisuras interconectadas que forman polígonos irregulares, de hasta 0.5 m de longitud en el lado más largo. El patrón es parecido a la piel de un cocodrilo, de ahí el nombre de esta falla, también llamado agrietamiento por fatiga, indica la pérdida de la capacidad estructural del pavimento y disminuye su capacidad de resistencia frente

a solicitaciones externas. Es por ello que sin el mantenimiento adecuado, el comportamiento del pavimento podría empeorar y pasar de una fisura a un desprendimiento (bache), dañando la superficie de la vía. Ver foto N° 05.

La piel de cocodrilo se produce en áreas sujetas a repeticiones de carga de tráfico ó tensiones elevadas y envejecimiento del ligante asfáltico que trae consigo la pérdida de flexibilidad del pavimento.

Foto N° 0 5 Piel de cocodrilo (falla por fatiga)



Fuente: Edgar D. Rodríguez “Cálculo del PCI Av. Luis Montero, distrito de Castilla

2. Fisuras en bloque

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que son grietas interconectadas que forman piezas rectangulares de tamaño variable, desde aproximadamente 0.30 x 0.30 m hasta 3.00 x 3.00 m.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, menciona que este tipo de falla puede ocurrir sobre porciones largas del área del pavimento o sobre aquellas áreas donde no hay tráfico; es por ello que las fisuras en bloque no están asociadas a solicitaciones externas de carga vehicular.

Las grietas en bloque son causadas principalmente por la contracción del pavimento asfáltico y por la variación de temperatura, que origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria. Esta falla indica que el asfalto se ha endurecido significativamente. Ver foto N° 06.

Foto N° 0 6 Fisuras en bloque.



Fuente: Edgar D. Rodríguez "Cálculo del PCI Flex Av. Luis Montero, distrito de Castilla"

3. Fisuras de borde.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, menciona que son grietas paralelas al borde externo del pavimento, que se encuentran a una distancia de 0.30 a 0.50 m de éste. Ver foto N° 07.

Ese tipo de falla se incrementa por la carga de tránsito y se origina debido al debilitamiento de la base o de la subrasante en áreas muy próximas al borde del pavimento, a causa de condiciones climáticas o por efecto abrasivo de la arena suelta en el borde, que provoca peladuras que conducen a la desintegración.

Si el área entre la fisura y el borde del pavimento se encuentra agrietada se produce desprendimientos, llegando al punto en que los fragmentos se remueven.

Foto N° 0 7 Fisuras de borde.



Fuente : Google

4. Fisuras de reflexión de junta (de losas de pavimentos Longitudinales o transversales).

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, refiere que son aquellas que ocurren solamente en pavimentos mixtos: pavimentos de superficie asfáltica (flexible) construidos sobre una losa de pavimento (rígido). No se consideran fisuras de reflexión de otros tipos de base como bases estabilizadas con cemento o cal.

Estas grietas son causadas por el movimiento de la losa de pavimento, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de pavimento flexible. No están relacionadas a efectos de carga; sin embargo, las cargas de tráfico pueden causar la rotura de la superficie de pavimento asfáltico cerca a las fisuras.

El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie del pavimento asfáltico, ayuda a identificar estas fallas. Ver foto N° 08.

Foto N° 0 8 Fisura de reflexión de junta (bloques grandes).



Fuente : Google

5. Fisuras longitudinales y transversales

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que son grietas paralelas al eje de la vía o a la línea direccional en la que fue construida. Las grietas transversales, en cambio, son perpendiculares al eje del pavimento o a la dirección de construcción. Ver foto N° 09.

Estos daños no están asociados con la carga vehicular, pueden ser causados por:

Juntas de construcción pobremente construidas, o ausencia de ellas.

Contracción de la superficie de pavimento asfáltico debido a bajas temperaturas, al endurecimiento del asfalto o a la variación diaria de temperatura.

Fisuras de reflexión causadas por agrietamientos bajo la capa superficial, incluyendo grietas en losas de pavimento, pero no juntas de pavimento rígido.

- Uso de ligantes (asfaltos) muy duros o envejecidos.
- Gradiente térmico superior a los 30° C que produce ciclos de expansión - contracción de la mezcla asfáltica.

Foto N° 0 9 Fisuras longitudinales y transversales.



Fuente : UNI NICARAGUA

6. Fisura parabólica o por deslizamiento.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que son grietas en forma de media luna, que se presentan de manera transversal a la dirección del tránsito.

Estas fallas ocurren generalmente en mezclas asfálticas de baja estabilidad o en capas superpuestas, cuando existe una adherencia pobre (liga pobre) entre la capa superficial y la capa subyacente de la estructura del pavimento.

- Las fisuras parabólicas pueden ser causadas por los siguientes factores:
- Frenado de las ruedas de los vehículos o giro debido a un cambio de dirección, originando el deslizamiento y deformación de la superficie del pavimento.
- Deficiente adherencia en capas superpuestas o presencia de polvo.
- Exceso de ligante o falta de riego de liga.
- Alto contenido de arena fina en la mezcla.

Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica del suelo de fundación. Ver foto N° 10

Foto N° 10 Fisura parabólica.



Fuente : PIRHUA

2.2.8.2. Falla por Deformación superficial

1. Abultamientos y hundimientos.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que son desplazamientos pequeños, bruscos, hacia arriba y hacia abajo de la superficie del pavimento, que distorsionan el perfil de la carretera.

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

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

Si los abultamientos aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tráfico y se encuentran separados unos de otros a menos de 3.00 m, la falla es denominada corrugación. En cambio, si aparecen sobre grandes áreas de la superficie del pavimento, causando grandes y largas depresiones, la falla se llama hinchamiento. Foto. N° 11 y N° 12.

Foto N° 11 Abultamientos (tipo lomo).



Fuente : google

Foto N° 12 Hundimientos (tipo asentamiento diferencial).



Fuente : google el Universal

2. Corrugación.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que son ondulaciones constituidas por cimas y depresiones muy cercanas entre sí y espaciadas a intervalos bastante regulares (menores a 3.00 m) a lo largo del pavimento flexible o depresiones tipo encalaminado en el sentido longitudinal y transversal del tránsito. Esta falla es causada por la acción del tránsito vehicular combinada con la inestabilidad de las capas superficiales o de la base del pavimento. Ver foto N° 13.

Foto N° 13 Corrugación (deformación de carpeta).



Fuente : UNI Nicaragua.

3. Depresión.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que son áreas localizadas en la superficie del pavimento que poseen niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se encuentran a su alrededor.

Las depresiones son visibles cuando el agua se empoza dentro de ellas ó manchas causadas por el agua empozada, en caso de superficies secas son producidas por asentamientos de la sub rasante o procedimientos constructivos defectuosos.

Pueden causar alguna rugosidad en la superficie de la pista, y cuando son suficientemente profundas con agua, pueden causar pérdida de contacto con el pavimento a causa de una película de agua, eliminando así la adherencia de las ruedas con la superficie de rodadura. Ver foto N° 14

Según, (Juan Carlos Miranda A.)¹⁵, menciona que la profundidad máxima de la depresión determina el nivel de severidad. Esta profundidad puede ser medida colocando una barra de 3 m, a través del área de depresión, midiendo la profundidad máxima en metros. Las depresiones mayores a 3 m deben ser medidas con huincha.

Foto N° 14 Depresión (Asentamiento de la carpeta y fractura longitudinal).



Fuente : google

4. Ahuellamiento.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que son depresiones longitudinales continuos a lo largo de la trayectoria del vehículo, que trae como consecuencia la deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante. Ver foto N° 15.

Esta falla puede ser causada por una pobre compactación del paquete estructural, lo que origina inestabilidad en las capas (bases, subbases) permitiendo el movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Otras causas son:

- Mezcla asfáltica inestable.
- Exceso de ligante en riegos.
- Mal diseño del paquete estructural: espesores deficientes.
- Mala calidad de materiales o deficiente control de calidad.

Foto N° 15 Ahuellamiento logitudinal muy marcado.



Fuente : Google

Según, (Giomar Erick Romero Rojas)¹⁶, La mezcla asfáltica en el pavimento flexible está sujeta a múltiples acciones que disminuyen su vida útil a lo largo del tiempo. Estas acciones son entre otros el tráfico y el clima. Los daños producidos en las carpetas asfálticas que han sido identificados, son conocidos como deformaciones permanentes (ahuellamiento), grietas por fatiga y grietas por temperatura. Todos estos daños están asociados a la mezcla asfáltica y a las características constitutivas de la misma.

Según, (Guillermo Thenoux Z.), El ahuellamiento, y la exudación, son fenómenos que tienen su origen en una combinación de factores que se conjugan en el diseño, construcción y servicio. Los análisis realizados concluye que las principales causas tienen que ver con los parámetros volumétricos y la granulometría de la mezcla.

5. Desplazamientos.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que son distorsiones de la superficie originados por desplazamientos de mezcla. Son corrimientos longitudinales y permanentes de un área localizada del pavimento formando una especie de “cordones” laterales. Ver foto N° 16.

Estas fallas son producidas por acción de la carga de tráfico, que empuja contra el pavimento produciendo una onda corta y brusca en la superficie del mismo. Este tipo de falla normalmente ocurre sólo en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (emulsiones).

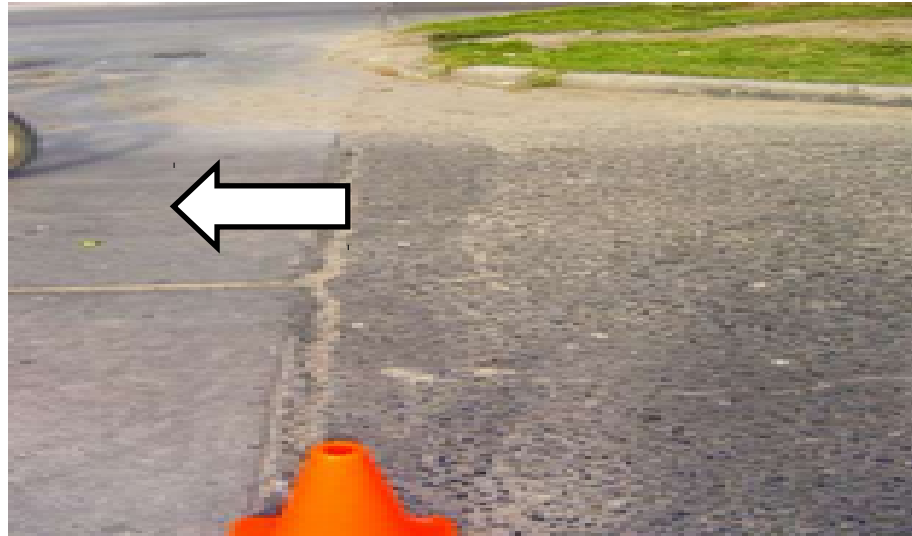
También ocurren desplazamientos cuando los pavimentos asfálticos colindan con

pavimentos rígidos. Las losas de pavimento al aumentar su longitud, empujan al pavimento flexible produciéndose el desplazamiento.

Otras causas son:

- Exceso de asfalto o de vacíos constituyendo mezclas inestables.
- Falta de confinamiento lateral.
- Adherencia inadecuada por defectos en el riego de liga o de imprimación.

Foto N° 16 Desplazamiento (por dilatación de la losa).



Fuente : Google

6. Hinchamiento.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define es el abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, en forma de una onda larga y gradual de longitud mayor a 3.00 m, que distorsiona el perfil de la carretera. Ver foto N° 17.

La causa principal de este tipo de falla es la expansión del suelo de fundación (suelos expansivos) y el congelamiento del material de la subrasante.

El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial.

Foto N° 17 Hinchamiento (Levantamiento de carpeta).



Fuente : Google

2.2.8.3. Falla por desprendimiento o desintegración de pavimentos

1. Baches.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que son pequeños hoyos (depresiones) en la superficie del pavimento flexible de diámetro menor a 750 mm. Presentan bordes agudos y lados verticales cerca de la zona superior de la falla. Ver foto N° 18.

Los baches pueden ser ocasionados por un conjunto de factores:

- Fisuramiento tipo piel de cocodrilo de alta severidad, que causa fatiga y origina la desintegración de la superficie de rodadura.
- Defectos constructivos.
- Sub drenaje inadecuado.
- Mal diseño del paquete estructural.

Foto N° 18 Baches.



Fuente : Google

2. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que es la desintegración superficial del pavimento por pérdida de ligante asfáltico; mientras que el desprendimiento del agregado pétreo, hace referencia a partículas de agregado sueltas o removidas. Ver foto N° 19.

Ambas fallas indican que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable o que la mezcla es de pobre calidad.

Las principales causas de este tipo de fallas son:

- Cargas de tráfico especiales como es el caso de vehículos de orugas.
- Ablandamiento de la superficie y pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos.
- Mezcla de baja calidad con ligante insuficiente.
- Uso de agregados sucios o muy absorbentes.
- Falla de adherencia agregado - asfalto debido al efecto de agentes externos.

Foto N° 19 Peladura (pérdida de bitumen de cubierta).



Fuente : Google

2.2.8.4. Falla por afloramiento y otros motivos diversos

1. Exudación.

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, menciona que es una película de material bituminoso que se extiende sobre una área determinada del pavimento, creando una superficie brillante, resbaladiza y reflectante que generalmente llega a ser

pegajosa (durante una fuerte insolación ó radiación solar).

Esta falla puede ser causada por diversos factores, como: el exceso de ligante asfáltico en la dosificación (mezcla), el uso de un ligante asfáltico muy blando, la aplicación excesiva de un sello bituminoso, un deficiente porcentaje de vacíos, etc.

La exudación ocurre durante el tiempo cálido, cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla y luego se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie. Ver foto N° 20.

Foto N° 20 Exudación.



Fuente : GOOGLE

2. Desnivel de carril – berma

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, menciona que un 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. Ver foto N° 21.

Foto N° 21 Desnivel entre el carril y la berma



Fuente : google

3. Parches y parches de cortes utilitarios

Según, (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶, define que el parche es un área del pavimento, que por encontrarse en mal estado, ha sido reemplazada con material nuevo con el fin de reparar el pavimento existente. Los parches de cortes utilitarios hacen referencia a aquellos parches colocados cuando se efectúan cortes para la reparación de tuberías de agua o desagüe, instalación del cableado eléctrico, teléfonos, entre otros.

Los parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, pues el comportamiento del área parchada es inferior a la del pavimento original, incluso el área adyacente al parche no se comporta tan bien como la sección original de pavimento. Ver foto N° 22 y N° 23.

Foto N° 22 Parche (con bloquetas de pavimento rígido).



Fuente : google

Foto N° 23 Parche de cortes utilitarios



Fuente : google

2.2.9. Método VIZIR

Según, (Edwin Wilder Apolinario Morales. 2012)³. El método “Inspección visual de daños en carreteras” (VIZIR) fue desarrollado en Francia a partir de los años 60 para los pavimentos flexibles, además fue publicado por el laboratorio central de puentes y carreteras “Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)”, esta metodología se experimentó por primera vez en los continentes asiático y africano, la cual es muy conocida en otros países; sin embargo en nuestro medio no está muy difundido.

El algoritmo VIZIR para la cuantificación y la calificación de los daños, a partir de las inspecciones visuales, permite calificar la condición del pavimento mediante el índice global de degradación que está directamente vinculado a la tarea de mantenimiento a realizar.

El objetivo fue desarrollar un índice de deterioro superficial (I_s) para carreteras, para establecer un juicio apropiado sobre la condición del pavimento.

La aplicación del método VIZIR no es sólo en Francia, sino también en Europa, África, América del Sur y Central como Argentina, Brasil, Colombia y Costa Rica, donde sirvió de base al establecimiento de las normas nacionales. Esta metodología se utiliza en por lo menos 20 países del mundo.

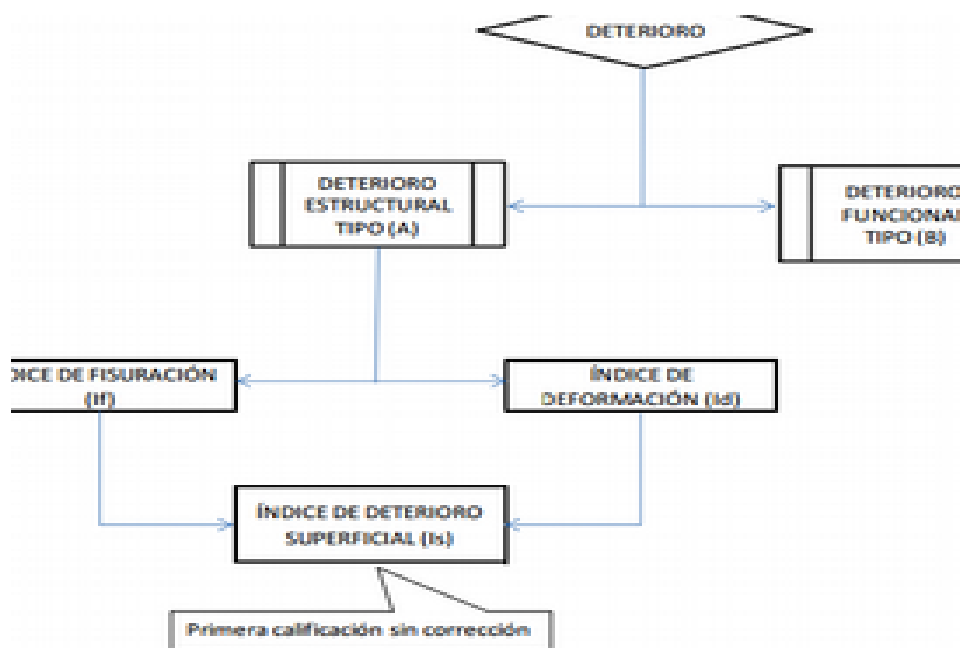
La metodología clasifica y la cuantifica los deterioros de los pavimentos flexibles en carreteras, considera dos categorías de deterioros: los deterioros del Tipo “A”, que caracterizan la condición estructural del pavimento y los deterioros del Tipo “B”, en su mayoría de tipo funcional.

El método inicia inventariando los defectos, haciendo referencia a su extensión y a su severidad. Para el registro de los deterioros se sugiere realizar los recorridos, en vehículo a baja velocidad, del orden de 30 km/hora cada uno, en las dos direcciones, con el objeto de

tener un detalle aproximado y confiable de las condiciones de la vía. En este tipo de levantamiento, la severidad del defecto tiene escasa participación y es sobre todo su extensión la que se tiene en cuenta. El uso del Flexómetro consiste en determinar la longitud del pavimento que presenta un defecto del tipo dado y hallar la extensión de esta misma longitud considerando otras clases: menos de 10% de 10 a 50 %, más de 50% de la superficie. Para esto el pavimento se divide en tres partes: lado derecho, lado izquierdo y parte central.

Es el método de auscultación de pavimentos desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) de Francia a partir de 1972 conocido como VIZIR, se introduce en Costa Rica a partir de una consultoría privada realizada con la firma BCEOM, Société Française d'Ingénierie en el año 1995. A partir de este momento el departamento de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) realiza en Costa Rica un proceso de cálculo de los índices I_s y I_d del VIZIR con una periodicidad anual, sobre casi la totalidad de la Red Vial Nacional.

Figura N° 0 4 Evaluación de la Condición Superficial del Pavimento método VIZIR.



Los datos de deterioro superficial obtenidos por esta metodología forman parte integral de la definición de estrategias que el departamento de Planificación Sectorial propone a nivel de red y de ahí la importancia que esta metodología se complemente con criterios técnicos y estudios recientes sobre la realidad de la Red Vial Nacional.

El método VIZIR clasifica y la cuantifica los deterioros de los pavimentos flexibles en carreteras, considera dos categorías de deterioros: los deterioros del Tipo “A”, que caracterizan la condición estructural del pavimento y los deterioros del Tipo “B”, en su mayoría de tipo funcional y por tanto su reparación no está relacionada con la capacidad estructural del pavimento.

En la figura N° 04, se presenta el diagrama de flujo correspondiente al método VIZIR se observa parte del procedimiento para hallar la primera calificación del índice de deterioro superficial sin corrección, en la cual se define este índice a partir del deterioro estructural tipo “A”

Índices para calificar los deterioros con el método VIZIR

El método VIZIR considera dos índices para calificar el deterioro superficial de un pavimento: el índice de fisuración (If), referido a los agrietamientos de tipo estructural, es decir se mide en función de su extensión y gravedad, pero solo de las fallas del tipo A y el índice de deformación (Id), es decir se mide en función de la extensión y gravedad de las fallas del Tipo A, referido a los deterioros o deformaciones de origen estructural, ellos permiten determinar, de acuerdo con las características de extensión y severidad, un valor numérico con el cual es posible hallar un índice de deterioro superficial (Is)

Según, (Viviana G. Cerón Bermúdez)¹⁷, refiere que este método VIZIR es un sistema de fácil aplicación, que establece una distinción clara entre fallas estructurales y funcionales. El método clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos grandes categorías, A(caracteriza las condición estructural del pavimento, a causa de deformaciones y agrietamientos debido a las fallas por fatiga) y B(caracteriza a las fallas de tipo funcional, originados por deficiencias constructivas y condiciones locales particulares)

2.2.10. Método PCI (Pavement Condition Index) para pavimentos flexibles

Según (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)⁶. 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.

(Jhessy E. Camposano Olivera, Kenny V. Garcia, 2012)⁴. El PCI es un indicador numérico que

le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento. El PCI proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operacionales (rugosidad localizada y seguridad). El PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento, y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general. Proporciona una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento. Un monitoreo continuo del PCI es utilizado para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifican con la debida anticipación las necesidades de rehabilitaciones mayores. El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento.

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 funcional del pavimento ó la condición operacional de la superficie, un valor que cuantifique el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento.

Según, (NORMA ASTM D 5340)¹⁸. Menciona que el PCI es un indicador numérico que le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento. El PCI proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su

superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operacionales (rugosidad localizada y seguridad). El PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento, y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general. Proporciona una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento.

Según, (Evert A. Rivera González y otros)¹⁹, Esta metodología tiene como objetivo primordial 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.

Según, (Juan Manuel Díaz Cárdenas). Menciona que en toda estructura de pavimento, los deterioros que son producidos por la acción de las cargas del tráfico, clima y otros se pueden clasificar de acuerdo a su clase, severidad y cantidad presente, esta metodología se desarrolló para obtener un Índice de integridad estructural del pavimento cuyos rangos de calificación son de 0 a 100 en donde 0 es malo y 100 es excelente para evaluar tramos de vía.

Según, (Luis Ricardo Vásquez Varela)²⁰, menciona que el deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

A) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.

- Una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos.
- Una segunda fase que será el cálculo.
- Para la evaluación de pavimentos, La clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento entre las que tenemos piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros, cada uno de ellos se describe en el Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de Pavimentos.
- La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección.

De esta manera, se deberá valorar la calidad del viaje o la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal; es así que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito:

- 1- Bajo, (B):** se perciben vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero no es necesaria la reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad. Los abultamientos y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero no provoca incomodidad.
- 2- Medio, (M):** las vibraciones del vehículo son significativas y se requiere una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo creando incomodidad.
- 3- Alto, (A):** las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; 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 del tránsito se determina recorriendo la sección de un pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad especificada por el límite legal. Las secciones del pavimento cercanas a las señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

El último factor que se debe considerar para calificar un pavimento **es la extensión**, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro, representado por el número de veces que se repita dicha falla.

B) DIVISIÓN DEL PAVIMENTO EN UNIDAD DE MUESTRA

Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento de sección elegida solamente para la inspección del pavimento. De acuerdo al tipo de pavimento que cuenta la vía a evaluar se tiene:

Pavimentos de Asfalto: Con un ancho menor a 7.30 m. el área de muestreo debe estar entre $230 \pm 93 \text{ m}^2$. En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones longitud ancho de calzada pavimentada. Ver tabla 01.

Tabla N° 0 1 Relación de equivalencia para muestreos.

(m)	muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40

Fuente: Pavement Condition Index (Pci)

C) DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN.

En la evaluación del Índice de Condición Presente (PCI) de pavimentos de acuerdo al tamaño de la muestra y con el fin de optimizar el método, se puede tener la evaluación de un proyecto y la evaluación de una red. En la cual se deberán inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible el número mínimo de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación N° 1, la cual se produce un estimado del PCI \pm 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Dónde:

n : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

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

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimentos de concreto, estos valores son basados en datos de campo obtenidos de muchas encuestas; sin embargo, si la experiencia local es diferente el promedio de la desviación estándar reflejará la condición local; esta deberá ser usada para la inspección inicial. En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ($n < 5$), se recomienda evaluar todas las unidades.

D) SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN.

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar. Esta técnica se la conoce como “sistema aleatorio” descrito en los siguientes tres pasos:

- a. El intervalo de muestreo (i), es determinado por:

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

Dónde:

N : Número total de unidades de muestreo disponible.

n : Número mínimo de unidades para evaluar.

I : Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo: 3.70 se redondea a 3.00).

- b. El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i . Por ejemplo, si $i = 3$, la unidad de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.
- c. Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como “ s ”, “ $s + i$ ”, “ $s + 2i$ ”, etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 6, 9, 12, 15, etc.

E) LEVANTAMIENTO VISUAL DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO.

El procedimiento de inspección para pavimentos con superficies de asfalto y concreto, se realiza llenando los espacios en blanco en los formatos correspondientes. A continuación se muestra el formato para levantar la información en pavimentos con superficies de asfalto. Ver tabla 02²¹. Tabla N° 0 2 Formato para evaluación de patologías en pavimento flexible.

CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO DE MUESTRAS EN CAMPO																		
		*DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGIÓN AYACUCHO - MAYO 2015*																
		AUTOR: JUAN R. CÁRDENAS RIVEROS							ASESOR: ING. GONZALO PRETEL ISLAMA									
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL																		
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	PLANTILLA DE MUESTRA: ÚNICA												
1	Piel de cocodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11	Agregado pulido	FECHA: 12 / 05 / 2015												
2	Exudación	8		Fisuras long y transversal.	12											Pérdida de áridos		
3	Fisura de bloque	9	Derrame combustible.		13	Ahuellamiento	DENOMINACIÓN: ANILLOMAN											
4	Ondulación	10		Bacheos	14	PCC expuesto												
5	Huecos				15	Fisura por deslizamiento												
6	Erosión por chorro de			16	Hinchamiento													
DAÑO	SEVERIDAD DE FALLA	TRAMOS MUESTREADOS (CADA TRAMO DE L=31.25 m a=7.30 m.)														TOTAL		
		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	

Fuente: UNI-RUPAP

Debe seguirse estrictamente la definición de los daños descritos en el Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de un Pavimento, esto con el fin de obtener un PCI confiable. La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

Equipo:

- ✓ Odómetro manual, para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- ✓ Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- ✓ Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la severidad.

Además de este equipo, se deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

Procedimiento:

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo al Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se debe conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimiento de medida de daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad de muestreo y en los formatos para registrar un daño, su

extensión y su nivel de severidad.

F) CALCULO DE PCI

Luego de culminar la inspección de campo, la información recogida se utiliza para calcular el PCI. El cálculo del PCI está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas.

El cálculo del PCI, puede realizarse en forma manual o computarizada y el cálculo para cada tipo de pavimento es similar. A continuación se describe el cálculo del PCI para cada pavimento flexible.

Con la finalidad de facilitar el entendimiento del cálculo del PCI, se ha descrito mediante diversos pasos:

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

- a.** Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna de “Total” del formato. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo.
- b.** Divida la “Cantidad total” de cada tipo de daño, en cada nivel de severidad, entre el “área muestra” de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la “densidad” del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- c.** Determine el “Valor Deducido” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas o tablas denominadas “valor deducido del daño”, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

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

- 2.3. Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b y 2.c.
- 2.4. Liste los valores deducidos individuales en orden descendente.
- 2.5. Determine el “Número Máximo de Valores Deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación, para carreteras pavimentadas:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

Donde:

m_i = Número máximo admisible de “valores deducidos, incluyendo la fracción para la unidad de muestreo i . ($m_i \leq 10$).

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

- 2.6. 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 los que se tengan.

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

Este paso se realiza mediante un proceso iterativo que se describe a continuación:

- a. Determine el número de valores deducidos (q) mayores que 2.
- b. Determine del “valor deducido total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- c. Determine el CDV con el q y el “valor deducido total” en la curva de corrección, de acuerdo al tipo de pavimento.
- d. Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2 y repita las etapas a hasta c.
- e. El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en el proceso de iteración indicado.

PASO 4: Calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 100.

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

PCI = Índice de condición presente

Máx. DV = Máximo valor corregido deducido

El PCI, es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la tabla N° 03 Cuadro 1 se

presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla N° 0 3 Rangos cualitativos del PCI

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Pavement Condition Index (Pci)

- **Terminologías evaluativas**

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

- **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.
- **Tramo de pavimento.** Un tramo es una parte identificable de la red de pavimento. Por ejemplo, cada camino o estacionamiento es un tramo separado.
- **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.
- **Unidad de muestra del pavimento.** Es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de $225 \pm 90 \text{ m}^2$, si el pavimento no es exactamente divisible entre 2500 o para acomodar condiciones de campo específicas.
- **Muestra al azar.** Unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para la inspección mediante técnicas de muestreo aleatorio.
- **Muestra adicional.** Es una unidad de muestra inspeccionada adicionalmente a las unidades de muestra seleccionadas al azar con el fin de incluir unidades de muestra no representativas en la determinación de la condición del pavimento.

Deben ser consideradas como muestras adicionales aquellas muestras muy pobres o

excelentes que no son típicas en la sección ni entre las unidades de muestra, que contienen deterioros poco comunes tales como cortes utilitarios (ejemplo: corte para instalación de tuberías de agua o desagüe, electricidad, teléfonos, etc.).

Si una unidad de muestra que contiene una falla poco común es escogida al azar como unidad de muestra, ésta deberá ser considerada como unidad de muestra adicional y otra unidad de muestra al azar deberá ser escogida. Si todas las unidades de muestra son inspeccionadas, entonces no habrá unidades de muestra adicionales.

- **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.
- **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” ó colapso hasta “excelente”, como se aprecia en la tabla N° 04.

Tabla N° 0 4 Clasificación General de los deterioros en Pavimentos Asfálticos.



Tabla N° 0 5 Clase y severidad de daños según el CPI

Exudación	m ²	MEDIA	semanas del año y el asfalto se pega a los zapatos o vehículos.
		ALTA	Se hace visible durante varias semanas del año, ha ocurrido de forma extensa y el asfalto se pega a los zapatos o vehículos.
Grietamiento en bloque	m ²	BAJA	Bloques definidos con grietas longitudinales y transversales de severidad baja.
		MEDIA	Bloques definidos con grietas longitudinales y transversales de severidad media.
		ALTA	Bloques definidos con grietas longitudinales y transversales de severidad alta.
Abultamientos y Hundimientos	m	BAJA	Originan una calidad de tránsito baja severidad.
		MEDIA	Originan una calidad de tránsito media severidad.
		ALTA	Originan una calidad de tránsito alta severidad.
Corrugación	m ²	BAJA	Originan una calidad de tránsito baja severidad.
		MEDIA	Originan una calidad de tránsito media severidad.
		ALTA	Originan una calidad de tránsito alta severidad.
Depresión	m ²	BAJA	13.0 a 25.0 mm.



Continúa...

Severidad de la grieta	mm	MEDIA	<p>1. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio</p> <p>2. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.</p>
		ALTA	<p>1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad</p> <p>2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.</p> <p>3. 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).</p>
Elevación del borde	mm	BAJA	Diferencia de elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 mm y 51.0 mm.
		MEDIA	La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.
		ALTA	La diferencia en elevación es mayor a 102.0 mm.
Severidad longitudinal y transversal	mm	BAJA	<p>1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.</p> <p>2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).</p>

[



Continúa ...

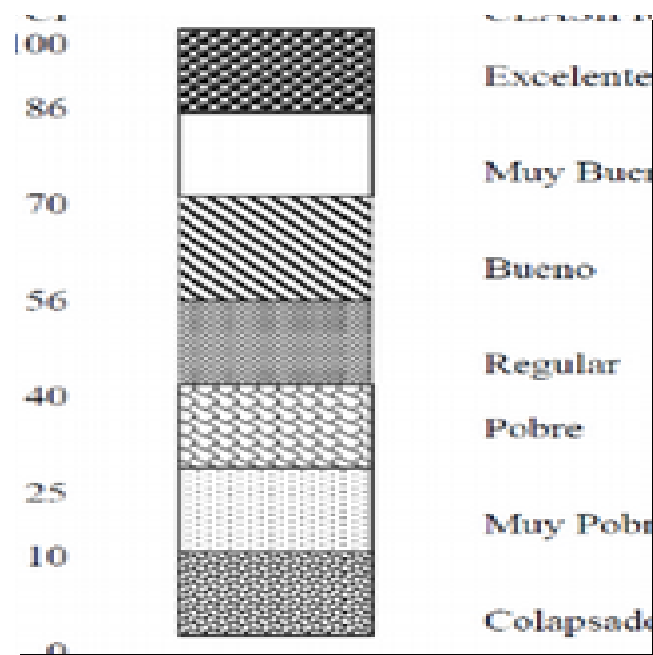
			En caso de que pocas juntas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.
Parcheo	m ²	BAJA	El parche presenta una buena condición y la calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.
		MEDIA	Parche moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.
		ALTA	El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad.
Polimento de regados	m ²	N/A	El grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de condición y contabilizado como defecto.
Huecos		BAJA	Diámetro medio: 102 a 203 mm. Profundidad máxima del hueco 12.7 a 25.4 mm y >25.4 mm a 50.8 mm. Diámetro medio: 203 a 457 mm. Profundidad máxima del hueco 12.7 a 25.4 mm
		MEDIA	Diámetro medio: 102 a 203 mm. Profundidad máxima del hueco >50.8 mm. Diámetro medio: 203 a 457 mm. Profundidad máxima del hueco 12.7 a 25.4 mm y > 25.4 mm a 50.8 mm. Diámetro medio: 457 a 762 mm. Profundidad máxima del hueco 12.7



Continúa ...

		ALTA	> 25.0 mm
amamiento	m ²	BAJA	El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.
		MEDIA	El desplazamiento causa calidad de tránsito de media severidad.
		ALTA	El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.
ritas ólicas (age)	m ²	BAJA	Ancho promedio de la grieta menor a 10.0 mm
		MEDIA	1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en varios pedazos ajustados.
		ALTA	1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada y los pedazos son fácilmente removibles.
amiento	m ²	BAJA	Calidad de tránsito de baja severidad.
		MEDIA	Calidad de tránsito de severidad media.
		ALTA	Calidad de tránsito de severidad alta.
zación/ dimiento gados.	m ²	BAJA	Se inicia el desprendimiento de agregados o pérdida del ligante y la superficie empieza a deprimirse, en caso de derrame de aceite únicamente se observa la mancha.

Tabla N° 0 6 Índice PCI y Escala de Graduación



Fuente: Cálculo del PCI Av. Luis Montero, distrito de Castilla

Las fallas del pavimento son indicadores externos del deterioro del pavimento causado por las cargas de tráfico, factores ambientales, deficiencias constructivas, o una combinación de estas causas.

- **Serviciabilidad de Pavimentos.**- Es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento, es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.

La medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente que esta no es una evaluación completa. La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones.

III. METODOLOGÍA

La metodología de evaluación utilizada en el presente trabajo de investigación, nos permitirá describir las características del terreno, el sistema de evaluación, los procedimientos de cálculo y la determinación de las condiciones reales del pavimento flexible de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.

3.1. Tipo de investigación de la tesis

El presente trabajo de tesis, es de tipo descriptivo, no experimental y cuantitativo de corte transversal, correspondiente al mes de agosto 2016:

Del mismo modo, la metodología utilizada en el presente trabajo fue del tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterarla, predominantemente cuantitativo porque permitió generar datos de campo para su evaluación y con un nivel de diseño de investigación no experimental, porque estudia el problema y analiza sin recurrir a un análisis de laboratorio

- Es descriptivo, porque describe la realidad, sin alterarla.
- Es No experimental, porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a un análisis de laboratorio.
- Es predominantemente cuantitativo porque permitió generar datos de campo para su evaluación y transversal porque se analiza en el periodo agosto 2016.

3.2. Nivel de investigación de la tesis

El nivel de la evaluación realizada y la caracterización morfológica y funcional, se enmarca dentro del aspecto descriptivo, explicativo y correlacional, basadas en especificar las propiedades importantes medibles y evaluar aspectos, dimensiones y/o componentes de las patologías estudiadas en el presente trabajo de tesis.

La evaluación del pavimento flexible elegido, nos ha permitido identificar cada una de las patologías y sus grados de deterioro actual en las 16 unidades de muestra con fines de poder determinar los grados de incidencia y servicialidad en la Av. Carlos la Torre Cortéz de la ciudad de Huanta.

3.3. Diseño de la investigación.

- a) Se desarrolló siguiendo los pasos del método PCI (índice de condición de pavimento), con información recopilada en campo y registrado en una hoja de cálculo Excel para su procesamiento de datos.
- b) La investigación se desarrolló de manera visual y personalizada, con la ayuda de fotografías aéreas, planos de ubicación y localización. El procesamiento de datos fue de forma manual y sin el uso de software.
- c) La metodología utilizada, para el desarrollo del proyecto de tesis fue:
 - ✓ La recopilación de antecedentes preliminares, que nos permitió obtener la información para que nuestra evaluación cumpla con los objetivos establecidos en

el proyecto de tesis, fueron: la búsqueda de información, toma de muestras, ordenamiento, análisis y síntesis de resultados.

- ✓ La identificación de las 16 unidades muestrales seccionadas en los 500 metros

lineales del pavimento flexible de la avenida Carlos la Torre Cortéz de la ciudad de Huanta, región Ayacucho, nos permitió desarrollar un trabajo ordenado en el siguiente orden:



Donde:

M = Muestra
O = Observación
A = Análisis

E = Evaluación
R = Resultado

- ✓ Esta evaluación, nos permitió obtener resultados cuantitativos, luego los porcentaje de densidad, valores reducidos inicial y corregidos hasta el PCI, que determinaron el estado funcional del pavimento flexible con incidencias patologías que nos caracterizaron el grado de servicialidad.

3.4. Población y muestra.

3.1.1. Población.

Para el presente proyecto de investigación, la población seleccionada, está dada por la delimitación geográfica de los 500 metros del pavimento flexible de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho. Coordinada UTM 18L581399.45 E 8569007.99. - Elevación 2,604 m.s.n.m. - Área total del pavimento flexible de 3,650 m². - Perímetro de 1,014.60 m.

3.1.2. Muestra.

Se seleccionó las 16 unidades muestrales, cada una de 31.50 m por 7.30 m de sección de vía del pavimento flexible de la avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho.

3.5. Definición y Operacionalización de las variables.

Se seleccionó de acuerdo a la metodología del PCI (explicado en el tema Patología de la

Investigación).

Cuadro N° 0 1 Cuadro de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Determinación y evaluación de patologías en el pavimento flexible en la Avenida Carlos la torre Cortéz, del distrito y provincia de Huanta, Región Ayacucho.	Es la identificación de patologías que tiene el pavimento flexible en los 500 m. de la avenida Carlos la torre Cortéz, del distrito y provincia de Huanta, Región Ayacucho.	Tipo de patologías en el pavimento flexible Como: * Fisuras de bloque. * Huecos. * Bacheos. * Pérdida de áridos. * Ahuellamiento. * Hinchamiento. Todas estas fueron de simple vista.	Variabilidad en: Dimensiones, profundidades, formas y tipo de patologías características en el pavimento flexible.	Tipo y presencia de patologías en forma: Longitudinal, Vertical, transversal, Oblicuo, etc.
			Grado de Afectación:	Clase de falla y Nivel de severidad
				Bajo (B) Medio (M) Alto (A).

Fuente: elaboración propia (2016)

3.6. Técnicas y materiales usados para la toma de muestras.

Se hizo uso de la evaluación Visual y toma de datos IN SITU, como instrumento de recolección de información de campo según el muestreo planteado del método PCI.

En la evaluación de campo, se utilizó herramientas y equipos necesarios, las mismas que se detallan:

- ✓ **Fotografía aérea.**- Es un material indispensable utilizado desde la etapa de la concepción de la investigación, que permitió seleccionar la población muestral de mejor representatividad.
- ✓ **Plano de Distribución.**- Se utilizó para esquematizar la red de pavimento priorizado para su evaluación.
- ✓ **Conos de seguridad vial y cintas de seguridad.**- Son implementos de seguridad obligatorios, para eliminar el peligro del área de estudio practicado y proteger la vida, durante el desplazamiento en todas las direcciones.
- ✓ **Wincha.**- Se utilizó para medir la población y la unidad muestral calculada de acuerdo a la Tabla 2.2 (Relación de equivalencia para muestreos).
- ✓ **Flexómetro y Cordel.**- Se utilizó para medir los detalles en cada irregularidad identificada dentro de las unidades muestrales del pavimento flexible en estudio.
- ✓ **Cuaderno de apuntes u Hoja de ingreso de datos de campo.**- Documento donde se registró toda la información obtenida durante la inspección visual: fecha, ubicación, tramo, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de fallas, niveles de severidad, cantidades de fallas clasificadas, etc, que fueron registrados en la tabla 2.3, donde se aprecia el formato usado para el registro de datos encontrados y detalles

- particulares para su posterior evaluación.
- ✓ **Cámara fotográfica.-** Es un equipo indispensable que permitió identificar de manera detallada las características existentes y determinar con mayor exactitud el grado de incidencia ó daño, convirtiéndose en el único material verificable para su compatibilidad.
 - ✓ **Lap Top.-** Es el equipo indispensable para el almacenamiento de información, análisis, procesamiento y edición del trabajo, cuya función es la de facilitar el manejo de gran cantidad de datos e independizarlo para su determinación individual de cada unidad muestral.
 - ✓ **Manual de Daños del PCI .-** Su uso, facilita identificar y registrar los detalles particulares de cada patología encontrada en campo, siguiendo la secuencia de muestreo, registro, cálculos y determinación de los rangos y clasificación patológica en el pavimento flexible.
 - ✓ **Libros y/o manuales de referencia.-** se utilizó como material de apoyo fundamental, para conocer y describir cada tipo de patología existente en los pavimentos flexibles y registrar las particularidades individuales de dichas patologías en cada unidad muestral.

3.7. Plan de análisis.

El plan de análisis para el presente trabajo de investigación, comprendió:

- Determinación exacta de su ubicación y delimitación del área de estudio.
- Seccionamiento detallado y determinación del número de muestras evaluadas según el plano en planta.
- Determinación de cada tipo de patología en cada unidad muestral y su nivel de severidad de daño presente.
- Determinación cuantitativa, haciendo uso de instrumentos de medición.
- Elaboración del cuadro de evaluación IN SITU, para cada unidad muestral.
- Obtención y registro de datos de campo para su procesamiento posterior de datos en gabinete.

3.8. Matriz de consistencia.

Cuadro N° 0 2 “Determinación y evaluación de las patologías, para obtener el Índice de Integridad Estructural del pavimento flexible y Condición Operacional de la superficie de rodadura de la Avenida Carlos La Torre Cortéz, distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho, mayo 2016”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			DISEÑO METODOLÓGICO
			VARIABLES	INDICADORES	INDICES	
Problema General	Objetivos General	Hipótesis General	Variable independiente	Toma de datos en cada unidad muestral.	Cuantitativo (<u>unidad</u>).	Tipo de investigación: Descriptivo, transversal y cuantitativo correlacional - explicativa
¿En qué medida la determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías en el pavimento flexible nos permitirá obtener un índice de integridad funcional y estimar el grado de servicialidad existente?	Determinar el índice de Integralidad Funcional, a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de patologías en el pavimento flexible	Al determinar el índice de Condición del Pavimento se podrá determinar el estado funcional de la Av. Carlos La Torre Cortéz, del distrito y provincia de Huanta.	Determinación y evaluación de las patologías en el pavimento flexible de cada unidad muestral.	Incidencia de las patologías.	Adimensional	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable dependiente	Selección de unidades muestrales de acuerdo al método PCI.	Cantidad (Unid)	Método de la investigación: <u>no</u> experimental y correlacional – explicativo con variables perceptibles en el proceso de evaluación.
¿Se Identificará el tipo y nivel de incidencia de patologías del pavimento flexible, entre las progresivas 0+000 al +500 de la <u>Av. Carlos La Torre Cortéz</u> , de la provincia de Huanta?	Determinar el tipo de patologías del pavimento flexible en la Av. Carlos la Torre Cortéz, en la provincia de Huanta.	Al determinar el PCI, se podrá lograr la cuantificación del valor real de la Av. Carlos La Torre Cortéz, del distrito y provincia de Huanta.	Determinación del nivel de incidencia de las patologías en las condiciones funcionales y servicialidad del pavimento flexible.	Logro del valor real según al PCI y su incidencia funcional.	Adimensional	
¿Se obtendrá el índice de integridad funcional y el grado de servicialidad de esta vía?	Obtener el PCI y determinar el grado de servicialidad.	El valor del PCI, nos permitirá conocer el estado funcional del pavimento flexible.				

Fuente: elaboración propia

3.9. Principios Éticos

3.9.1. Ética para el inicio de la evaluación

- ✓ Se seleccionó y revisó los materiales que empleamos para nuestra evaluación visual en campo antes de iniciar con la toma de muestras.
- ✓ Pedimos los permisos correspondientes y explicamos de manera concisa los objetivos y justificación de nuestra investigación antes de acudir a la zona de estudio, obteniendo la aprobación para la ejecución del proyecto de investigación.
- ✓ Dispusimos los equipos de protección en campo para delimitar las áreas de estudio de manera responsable.

3.9.2. Ética en la recolección de datos

- ✓ Tuvimos la responsabilidad y veracidad en la toma de datos en la zona de evaluación.
- ✓ Fuimos lo suficientemente minuciosos para los análisis en campo siendo veraces en todo el proceso y obtener resultados conforme lo estipulado, recopilado y evaluado.

3.9.3. Ética para la solución de análisis

- ✓ Delimitamos de manera adecuada todos los sectores y unidades muestrales de estudio, consideradas en el presente trabajo de campo.
- ✓ Caracterizamos las muestras de campo y proyectamos determinar la comunicación del estado de servicialidad de cada unidad muestral a la entidad local para rehabilitación y trabajos necesarios.

3.9.4. Ética en la solución de resultados

- ✓ Obtuvimos los resultados de las evaluaciones de cada muestra, tomando en cuenta la veracidad de las áreas de estudio y los tipos de daños encontrados.
- ✓ Verifiqué el criterio más adecuado como evaluador, para confrontar si los cálculos finales de la evaluación concordasen con los estudios encontrados en campo.

3.10. Plan de Evaluación Superficial de la Avenida Carlos la Torre Cortéz.

El plan de análisis adoptado, se describe y comprende de la siguiente manera:

Foto N° 0 24 Vista fotográfica de la Av. Carlos la Torre Cortéz



Fuente: google earth

- La longitud seleccionada del pavimento flexible es de 500 metros lineales, con una sección constante de 7.30 m. de vía. Ver foto N° 25.
- La carpeta de rodadura es un pavimento asfáltico de 2" de espesor en pleno deterioro con presencia de desgaste de manera homogénea en toda su extensión superficial.
- La presencia de plantas ornamentales determina la existencia de jardinería ó espacios de áreas verdes en los laterales de dicha vía, el cual generará en el tiempo un medio ambiente adecuado.
- Presencia de cuneta a un solo lado de la vía.
- La existencia de obras de arte como alcantarillas para el cruce de agua de riego, derivación de aguas pluviales, permiten generar la derivación adecuada a cauces naturales no erosionables.

3.11. División de las unidades de muestra

- Para poder determinar las unidades muestrales, se tomó al ancho de calzada, de acuerdo a las indicaciones de la Tabla N° 01 Relación de

equivalencia para muestreos, donde sugiere que el área de la sección de calzada, está en relación directa con su longitud referencial que es entre

230±93 metros cuadrados, tal como se describe a continuación:

Longitud de la vía

$$= 500.00 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de la vía} = 7.30 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de la muestra} = 31.50 \text{ m}$$

$$\text{Área de cada muestra} = 230.00 \text{ m}^2$$

- Para la obtención del número total de muestras que serán tomados en el presente trabajo de investigación, se divide la longitud total poblacional entre la longitud de la muestra calculada, es decir:

$$N = 500 / 31.50 = 16 \text{ muestras}$$

- Del mismo modo se calcula el número de unidades a ser evaluadas por cada unidad muestral, adoptando para nuestro caso la recomendación sugerida según cuadro de $e = 5$ y una desviación estándar de $\sigma = 10$ (para pavimentos flexibles). De modo que tenemos:

$$n = Ns^2 / [(e^2 / 4)(N-1) + s^2]$$

Donde:

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

n = número mínimo de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

e = error aceptable en la estimación del PCI de la sección. Comúnmente

$e = \pm 5$ puntos de PCI.

s = Desviación estándar del PCI entre una unidad de muestra y otra

unidad de muestra de la misma sección. (para el pavimento flexible se asume el valor de 10).

$$n = \frac{16 \times 10^2}{(5^2 / 4) \times (16 - 1) + 10^2}$$

$$n = 8.05 \approx 8.00$$

Conclusión: Se obtuvo 16 unidades de muestra, de las cuales por lo menos se tomará 8 muestras en dicho carril por cada unidad de tramo o unidad muestral.

3.12. Selección de las Unidades muestrales para Inspección

El cálculo de las unidades de muestra, se inspecciona aplicando el método aleatorio, que se calcula con la siguiente relación:

$$i = N / n$$

$$i = 16 / 8$$

$$i = 2$$

Donde el intervalo de muestreo es igual a 2, es decir, que las muestras tomadas deben tomarse con intervalos de dos unidades muestrales, que deberían corresponder a las unidades 3, 5, 7, etc. Sin embargo la evaluación representa un muestreo aleatorio por razones de la existencia de un pavimento de características similares entre cada unidad muestral implicando la poca notoriedad de patologías y determinándose realizar en las de mayor incidencia, es decir, las que generan condiciones de incomodidad al conductor y deterioro intenso con presencia de patologías muy acentuadas para determinar las condiciones mínimas de incidencias en la avenida Carlos La Torre Cortéz.

Figura N° 0 5 Esquema selección de unidades de muestra de la Av. Carlos la Torre.



Fuente : Google earth

Foto N° 25 Vista fotográfica Inicio de la Av. Carlos la Torre Cortéz. Primer tramo.



Fuente: fotos de google earth

3.13. Inspección de las unidades de muestra ó unidades muestrales

La compatibilidad de cada unidad muestral se realizó recorriendo de manera detallada y midiendo el tamaño de cada falla en particular, determinando las áreas de sección dañada y el registro puntual de los daños más significativos, debido a que el pavimento flexible tiene una antigüedad mayor a su período de servicio, bajo dicho concepto se puntualiza los deterioros a simple vista y presencia de parches en toda la unidad muestral.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del Cálculo del PCI por cada Unidad Muestral.

El cálculo del PCI, para cada unidad muestral, se realiza con el formato típico propuesto donde se detallada las opciones particulares necesarias a considerar por cada unidad muestral (se presenta las 16 unidades muestrales del proyecto). Ver cuadros del N° 03 al N° 19.

Cuadro N° 03 Unidad de Muestra U1: Av. Carlos La Torre Cortéz

	INVENTARIO DE MUESTRAS DE CAMPO	
	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICION OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGION AYACUCHO - MAYO 2015"	
AUTOR : JUAN R. CÁRDENAS RIVEROS		ASESO: ING. GONZALO PRETEL ISLAVA
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL		

Poblacion Total		182	Unid. M	U1	FECHA: 12/ 05/ 2015	
N°	Daño	N°	Daño	N°	Daño	
1	cocodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11-	Agregado pulido	
2	Exudación			12	Pérdida de áridos	
3	Fisura de bloque	8	Fisuras long. y transversal.	13	Ahuellamiento	
4	Ondulación			14	PCC expuesto	
5	Huecos	9	Derrame combustible.	15	Fisura por deslizamiento	
		10	Bacheos	16	Hinchamiento	
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR	
3	Fisura de bloque	-	-	-	-	
5	Huecos	B	6	3%	38	
10	Bacheos	M	7	4%	20	
12	Pérdida de áridos	A	5	3%	2	
13	Ahuellamiento	-	-	-	-	
16	Hinchamiento	-	-	-	-	

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 0 4 Número máximo de Valor Deducido U1 (HDV)

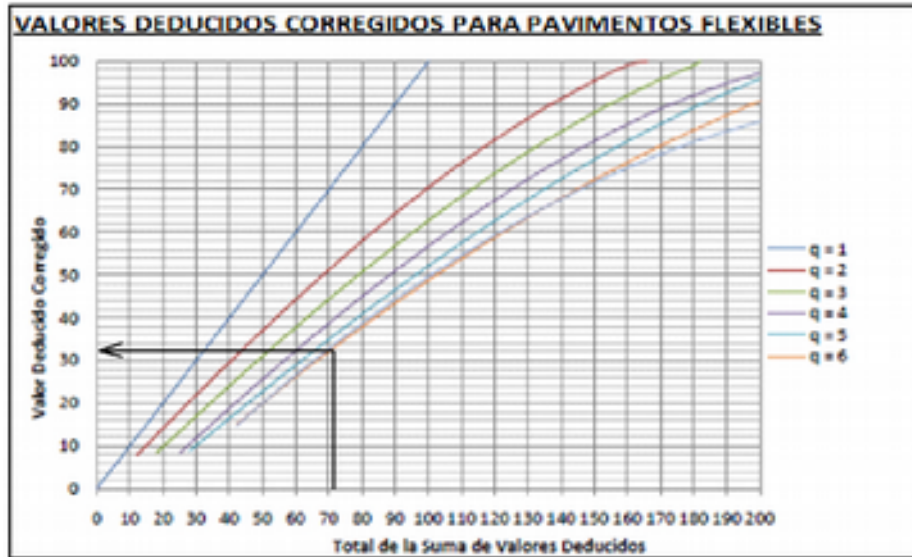
$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:				
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m	
Huecos	-	-	-	-
Bacheos	B	38	38	7
Pérdida de áridos	M	20	38	7
Ahuellamiento	A	2	38	7
Hinchamiento	-	-	-	-
0	-	-	-	-

Fuente: Propio

Gráfico N° 0 1 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U1



Fuente: Propio

Cuadro N° 0 5 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U1

q=1 VRT = 72 VRC = 71	q=2 VRT = 85 VRC = 61	q=3 VRT = 80 VRC = 51
q=4 VRT = 74 VRC = 42	q=5 VRT = 67 VRC = 32	q=6 VRT = 60 VRC = 26

Fuente: Propio

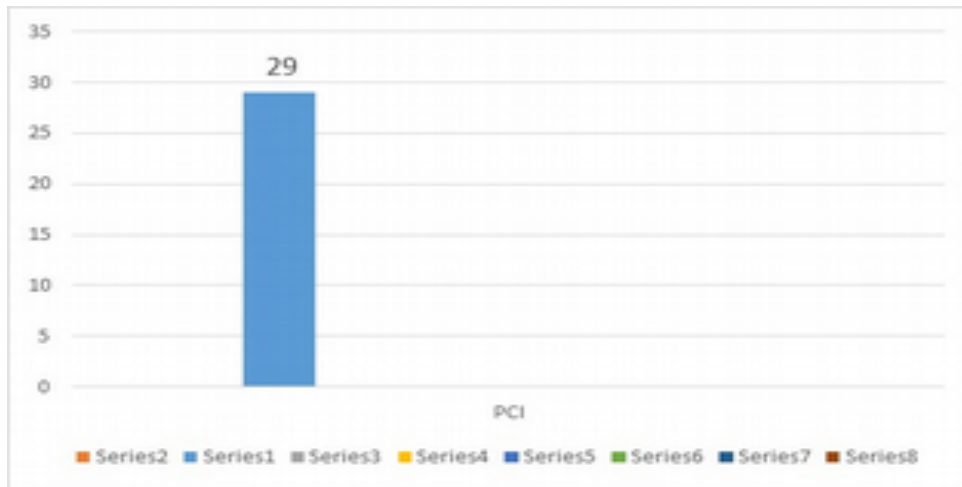
Cuadro N° 0 6 Valor PCI e interpretación de la U1

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

cálculo para determinación del VRC		
Máximo VRC	=	71
PCI = 100 - VRC		
PCI _{U1}	=	29
Clasificación	=	Malo

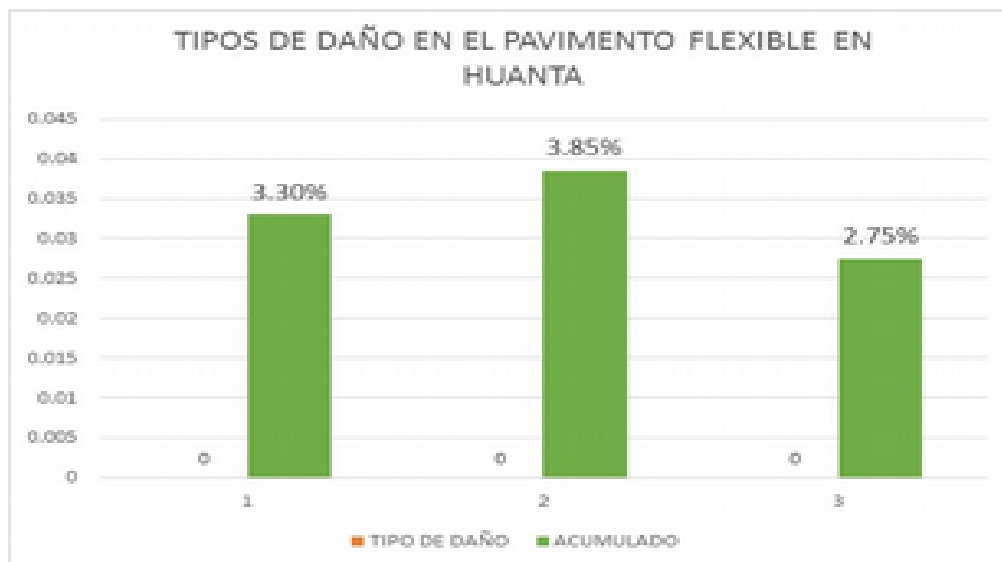
Fuente: Propio

Gráfico N° 0 2 Valor promedio del PCI en la U1



Fuente: Propio

Gráfico N° 0 3 Incidencias Patológicas en la U1



Fuente: Propio

- ✓ La unidad de muestra U1 está ubicada en el primer tramo muestreado y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U1, son de nivel de severidad alto, preponderantemente notorio a simple vista se observa la pérdida de áridos, seguido de los bacheos y huecos.

- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 3 valores reducidos: 38, 20 y 2,
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 71, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 29 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento MALO.

Cuadro N° 0 7 Unidad de Muestra U2: Av. Carlos La Torre Cortéz

Poblacion Total		182	Unid. M	U2	FECHA : 12 / 05 / 2015
	N°	Daño	N°	Daño	
1	7	Deflexión de juntas PCC	11	Agregado pulido	
2			12	Pérdida de áridos	
3	8	Fisuras long. y transversal.	13	Ahuellamiento	
4			14	PCC expuesto	
5	9	Derrame combustible.	15	Fisura por deslizamiento	
	10	Bacheos	16	Hinchamiento	
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR
3	Fisura de bloque	M	7	4%	36
5	Huecos	B	3	2%	30
10	Bacheos	-	0	0%	-
12	Pérdida de áridos	A	4	2%	2
13	Ahuellamiento	-	0	0%	-
16	Hinchamiento	A	1	1%	35

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 0 8 Número máximo de Valor Deducido U2 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

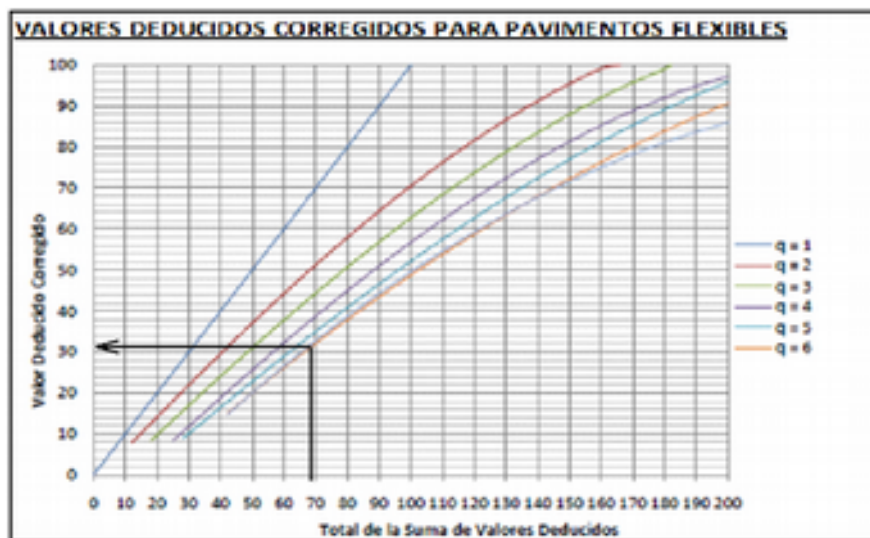
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	HDV	m
Fisura de bloque	M	36	36	7
Huecos	B	30	36	7
Bacheos	-	-	36	7
Pérdida de áridos	A	2	36	7
Ahuellamiento	-	-	36	7
Hinchariento	A	35	36	7

Fuente: Propio

Gráfico N° 0 4 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U2



Fuente: Propio

Cuadro N° 0 9 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U2

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #92d050;">q=1</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VRT = 70</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VBC = 66</td></tr> </table>	q=1	VRT = 70	VBC = 66	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #92d050;">q=2</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VRT = 94</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VBC = 67</td></tr> </table>	q=2	VRT = 94	VBC = 67	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #92d050;">q=3</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VRT = 89</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VBC = 56</td></tr> </table>	q=3	VRT = 89	VBC = 56
q=1											
VRT = 70											
VBC = 66											
q=2											
VRT = 94											
VBC = 67											
q=3											
VRT = 89											
VBC = 56											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #92d050;">q=4</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VRT = 117</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VBC = 66</td></tr> </table>	q=4	VRT = 117	VBC = 66	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #92d050;">q=5</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VRT = 110</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VBC = 57</td></tr> </table>	q=5	VRT = 110	VBC = 57	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #92d050;">q=6</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VRT = 103</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black;">VBC = 50</td></tr> </table>	q=6	VRT = 103	VBC = 50
q=4											
VRT = 117											
VBC = 66											
q=5											
VRT = 110											
VBC = 57											
q=6											
VRT = 103											
VBC = 50											

Fuente: Propio

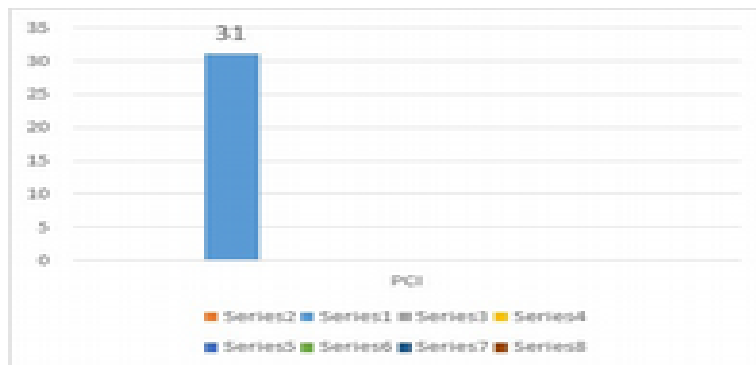
Cuadro N° 10 Valor PCI e interpretación de la U2

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

cálculo para determinación del VRC		
Máximo VRC	=	69
PCI = 100 - VRC		
PCI u2	=	31
Clasificación	=	Malo

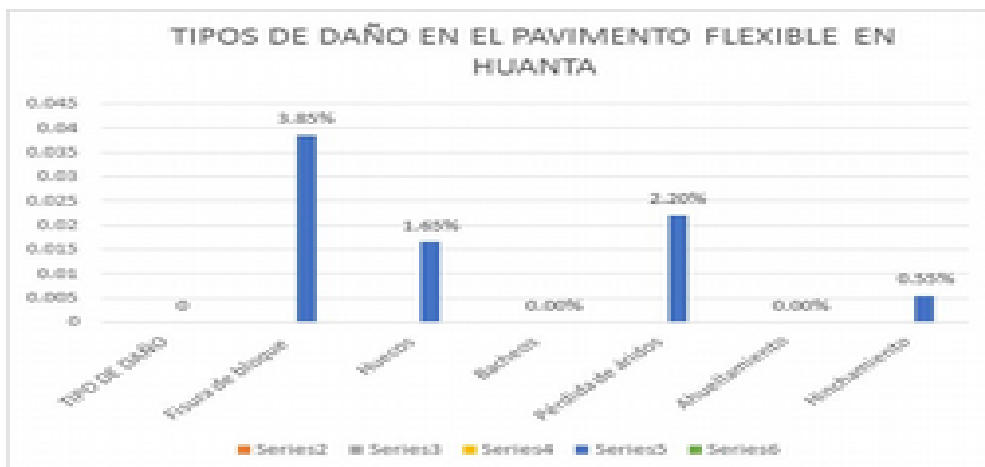
Fuente: Propio

Gráfico N° 0 5 Valor promedio del PCI en la U2



Fuente: Propio

Gráfico N° 0 6 Incidencias Patológicas en la U2



Fuente: Propio

- ✓ La unidad de muestra U2 está ubicada luego del primer tramo muestreado y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U2, son de nivel de severidad alto, notorio a simple vista se observa la fisura de bloques, huecos, pérdida de áridos e hinchamiento ó Abultamiento en el borde distal de la vía.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 4 valores reducidos: 36, 30, 2, 35.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 69, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 31 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento MALO.

Cuadro N° 11 Unidad de Muestra U3: Av. Carlos La Torre Cortéz

Población Total		182	Unid. M	U3	FECHA: 12 / 05 / 2015
1	Resaca de cocodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11	Agregado pulido
2	Exidación		Fisuras long. y transversal.	12	Pérdida de áridos
3	Fisura de bloque	8	Derrame combustible.	13	Ahuellamiento
4	Ondulación		Bacheos	14	PCC expuesto
5	Huecos	9		15	Fisura por deslizamiento
		10		16	Hinchamiento
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR
3	Fisura de bloque	-	-	-	-
5	Huecos	-	-	-	-
10	Bacheos	M	4	2%	15
12	Pérdida de áridos	A	4	2%	1
13	Ahuellamiento	M	4	2%	12
16	Hinchamiento	-	-	-	-

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 12 Número máximo de Valor Deducido U3 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

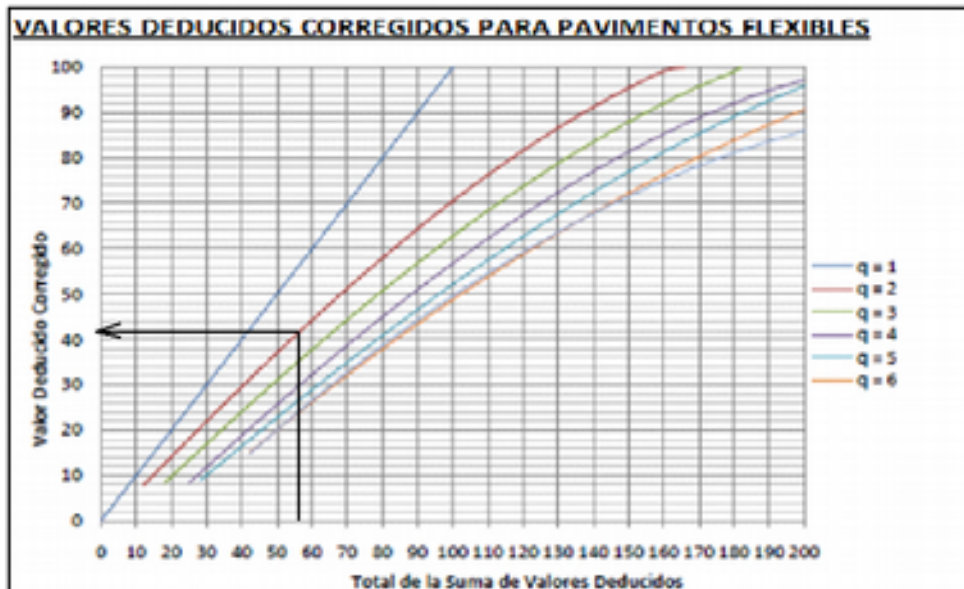
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque	-	-	-
Huecos	-	-	-
Bacheos	M	15	9
Pérdida de áridos	A	1	9
Ahuellamiento	M	12	9
Hinchamiento	-	-	-

Fuente: Propio

Gráfico N° 0 7 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U3



Fuente: Propio

Cuadro N° 13 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U3

q=1	q=2	q=3
VRT = 56	VRT = 62	VRT = 54
VRC = 56	VRC = 48	VRC = 33
q=4	q=5	q=6
VRT = 46	VRT = 37	VRT = 28
VRC = 22	VRC = 14	VRC = 6

Fuente: Propio

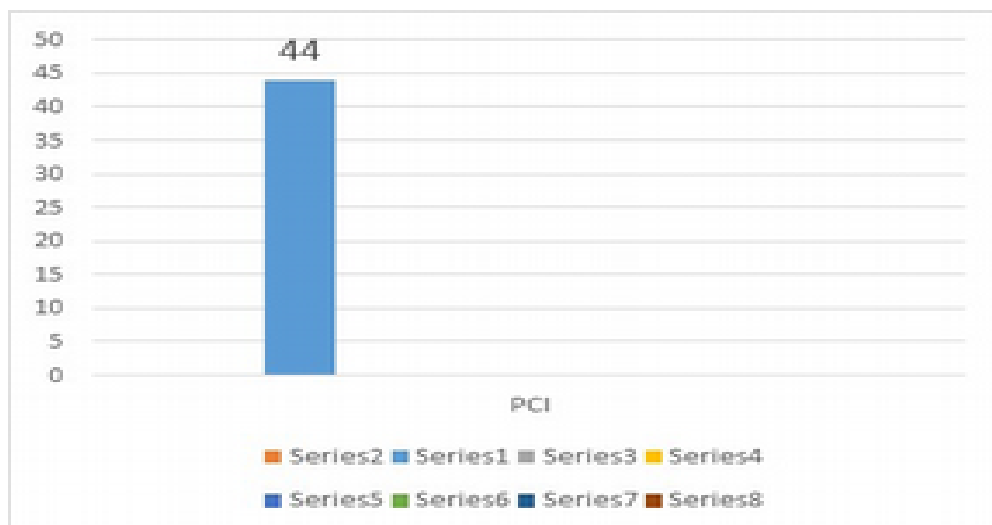
Cuadro N° 14 Valor PCI e interpretación de la U3

RANGOS DE CLASIFICACION DI		
Rango		Clasi
85	100	Exc
70	85	Muy
55	70	Bl
40	55	Re

cálculo para determinación del VRC		
Máximo VRC	=	56
PCI = 100 - VRC		
PCI _{U3}	=	44
Clasificación	=	Regular

Fuente: Propio

Gráfico N° 0 8 Valor promedio del PCI en la U3



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U3 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U3, son de nivel de severidad medio, preponderantemente notorio a simple vista se observa los bacheos, pérdida de áridos y ahuellamiento.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 3 valores reducidos: 15, 1 y 12.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 56, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 44 cuyo rango de

clasificación resulta ser un Pavimento REGULAR.

Cuadro N° 15 Unidad de Muestra U4: Av. Carlos La Torre Cortéz

Poblacion Total		182		Unid. M		U4		FECHA: 12/ 05/ 2015	
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR				
3	Fisura de bloque		0	0%	0				
5	Huecos	M	3	2%	48				
10	Bacheos	M	3	2%	15				
12	Pérdida de áridos	A	2	1%	0				
13	Ahuellamiento		0	0%	0				
16	Hinchamiento		0	0%	0				

Fuente: Datos propio

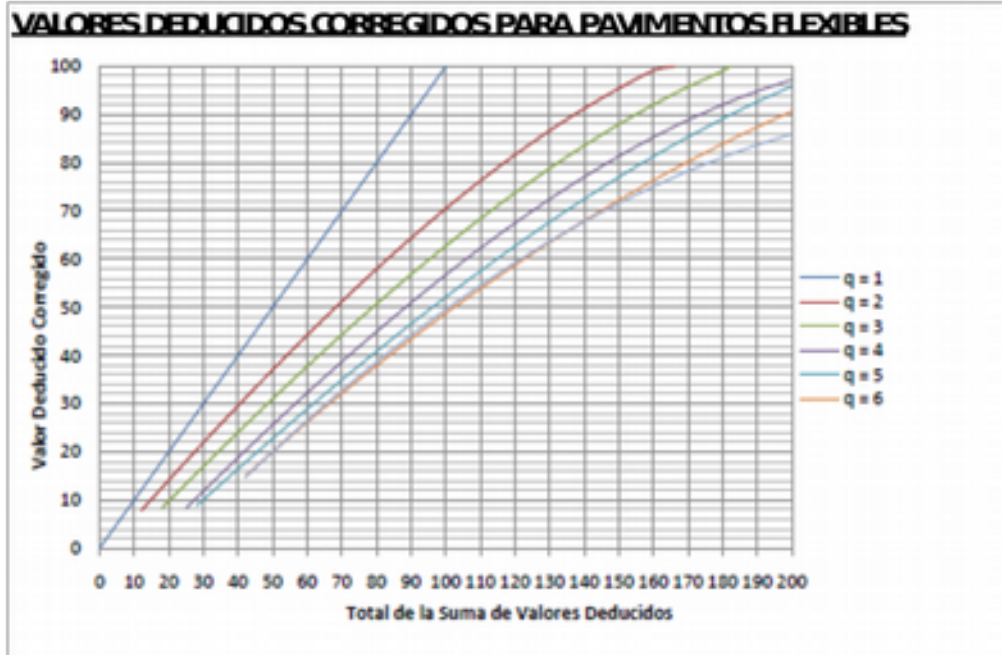
Cuadro N° 16 Número máximo de Valor Deducido U4 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque	M	0	48
Huecos	B	48	48
Bacheos	M	15	48
Pérdida de áridos	A	0	48
Ahuellamiento	M	0	48
Hinchamiento	A	0	48

Fuente: Propio

Gráfico N° 0 9 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U4



Fuente: Propio

Cuadro N° 17 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U4

q=1 VRT = 77 VBC = 76	q=2 VRT = 86 VBC = 62	q=3 VRT = 80 VBC = 51
q=4 VRT = 75 VBC = 42	q=5 VRT = 69 VBC = 34	q=6 VRT = 63 VBC = 28

Fuente: Propio

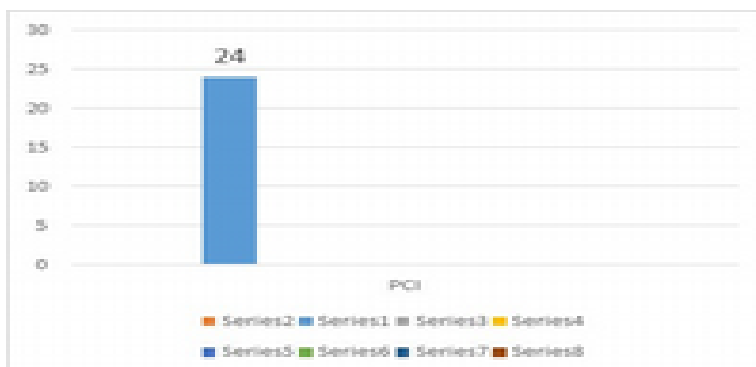
Cuadro N° 18 Valor PCI e interpretación de la U4

RANGOS DE CLASIFICACION DI		
Rango	Clasi	
85 - 100	Exc.	
70 - 85	Muy	
55 - 70	Bj	
40 - 55	Re	

cálculo para determinación del VBC	
Máximo VBC =	76
PCI = 100 - VBC	
PCI U4 =	24
Clasificación =	Muy malo

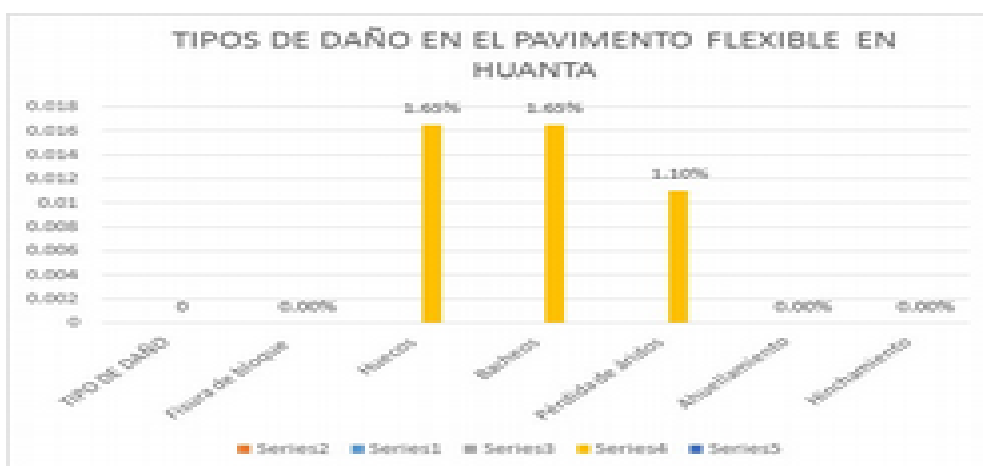
Fuente: Propio

Gráfico N° 10 Valor promedio del PCI en la U4



Fuente: Propio

Gráfico N° 11 Incidencias Patológicas en la U4



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U4 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas, que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U4, es de nivel de severidad media a alto, notorio a simple vista se observa los huecos, bacheos, y pérdida de áridos.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 3 valores reducidos: 48, 15, 0.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 76, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 24 cuyo rango de

clasificación resulta ser un Pavimento MUY MALO.

Cuadro N° 19 Unidad de Muestra U5: Av. Carlos La Torre Cortéz

Ulaquech		INVENTARIO DE MUESTRAS DE CAMPO				
"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGION AYACUCHO - MAYO 2015"						
AUTOR : JUAN R. CÁRDENAS RIVEROS			ASESO: ING. GONZALO PRETEL ISLAVA			
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL						
Poblacion Total		182	Unid. M	U5	FECHA : 12 / 05 / 2015	
N°	Daño	N°	Daño	Mapa		
1	cocodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11	Agregado pulido	
2	Exudación			12	Pérdida de áridos	
3	Fisura de bloque	8	Fisuras long. y transversal.	13	Ahuellamiento	
4	Ondulación			14	PCC expuesto	
5	Huecos	9	Derrame combustible.	15	Fisura por deslizamiento	
		10	Bacheos	16	Hinchamiento	
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR	
3	Fisura de bloque		0	0%	0	
5	Huecos	M	4	2%	46	
10	Bacheos		0	0%	0	
12	Pérdida de áridos	A	6	3%	1	
13	Ahuellamiento	M	4	2%	12	
16	Hinchamiento		0	0%	0	

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 20 Número máximo de Valor Deducido U5 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

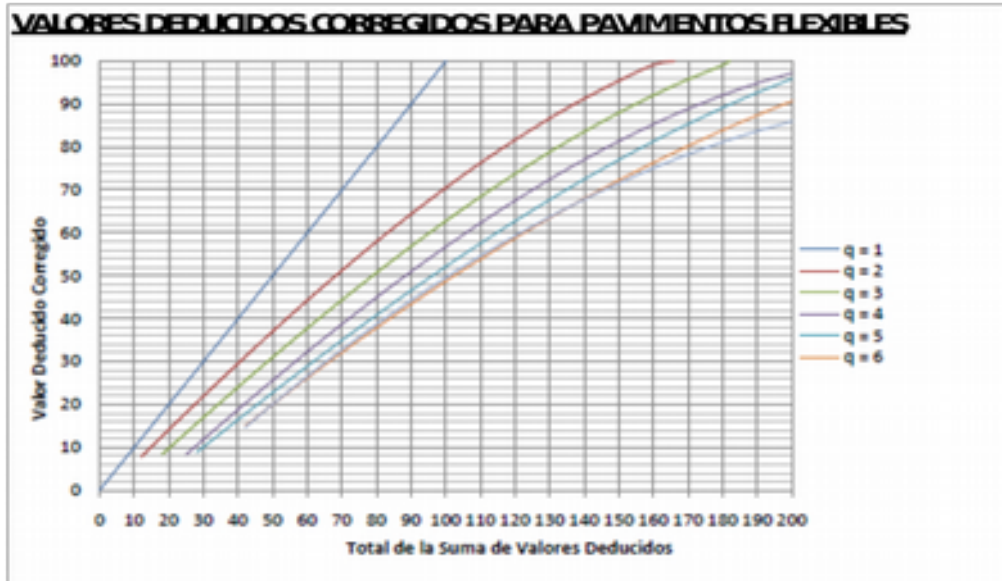
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque		0	46
Huecos	M	46	46
Bacheos		0	46
Pérdida de áridos	A	1	46
Ahuellamiento	M	12	46
Hinchamiento		0	46

Fuente: Propio

Gráfico N° 12 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U5



Fuente: Propio

Cuadro N° 21 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U5

q=1 VRT = 76 VBC = 76	q=2 VRT = 82 VBC = 59	q=3 VRT = 77 VBC = 49
q=4 VRT = 71 VBC = 40	q=5 VRT = 65 VBC = 32	q=6 VRT = 59 VBC = 25

Fuente: Propio

Cuadro N° 22 Valor PCI e interpretación de la U5

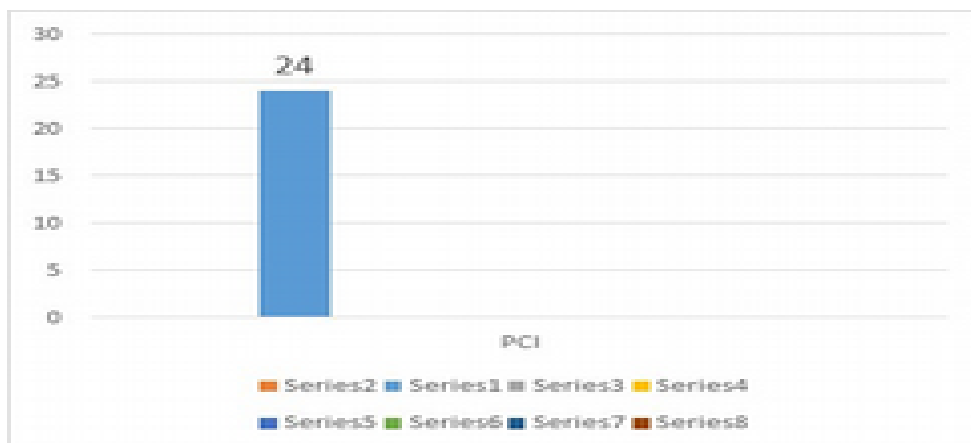
RANGOS DE CLASIFICACION DE		
Rango	Clasi	
85 - 100	Exc	
70 - 85	Muy	
55 - 70	Bj	
40 - 55	Re	

cálculo para determinación del VBC	
Máximo VBC =	76
PCI = 100 - VBC	
PCI us =	24
Clasificación =	Muy malo

Fuente: Propio

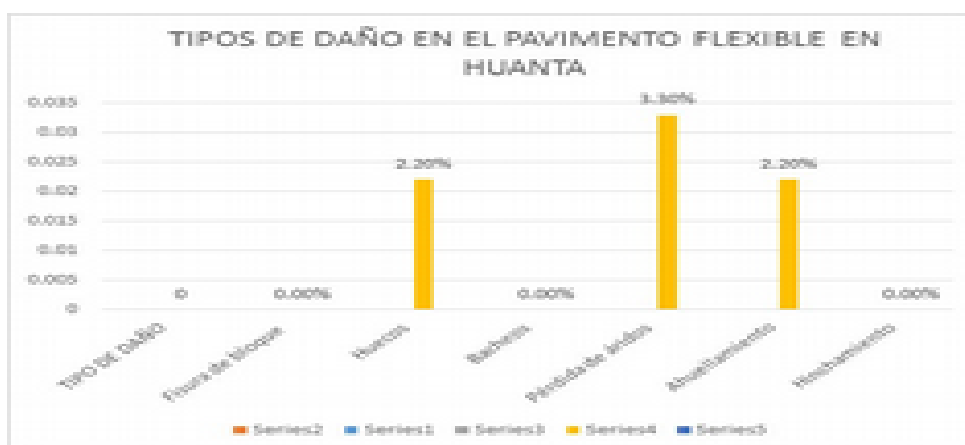
Fuente

Gráfico N° 13 Valor promedio del PCI en la U5



Fuente: Propio

Gráfico N° 14 Incidencias Patológicas en la U5



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U5 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U5, son de nivel de severidad media a alto, notorio a simple vista se observa los huecos, pérdida de áridos y ahuellamiento
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 3 valores reducidos: 46, 1 y 12.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 76, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 24 cuyo rango de

clasificación resulta ser un Pavimento MUY MALO.

Cuadro N° 23 Unidad de Muestra U6: Av. Carlos La Torre Cortéz

 INVENTARIO DE MUESTRAS DE CAMPO "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGION AYACUCHO - MAYO 2015" AUTOR : JUAN R. CÁRDENAS RIVEROS ASESOR: ING. GONZALO PRETEL ISLAVA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL					
Población Total		182	Unid. M	U6	FECHA: 12 / 05 / 2015
N°	Tipología	N°	Daño	N°	Daño
1	cochodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11	Agregado pulido
2	Exudación			12	Pérdida de áridos
3	Fisura de bloque	8	Fisuras long. y transversal.	13	Ahuellamiento
4	Ondulación			14	PCC expuesto
5	Huecos	9	Derrame combustible.	15	Fisura por deslizamiento
		10	Bacheos	16	Hinchamiento



N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR
3	Fisura de bloque	M	2	1%	23
5	Huecos		0	0%	0
10	Bacheos	M	5	3%	18
12	Pérdida de áridos	A	4	2%	1
13	Ahuellamiento		0	0%	0
16	Hinchamiento		0	0%	0

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 24 Número máximo de Valor Deducido U6 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

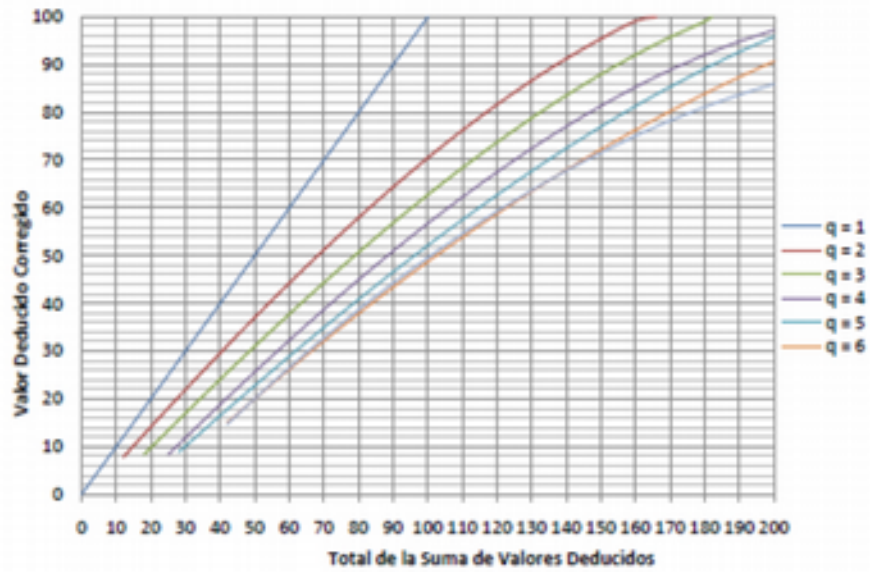
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)
ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	VR	HDV	m
Fisura de bloque		23	23	8
Huecos	M	0	23	8
Bacheos		18	23	8
Pérdida de áridos	A	1	23	8
Ahuellamiento	M	0	23	8
Hinchamiento		0	23	8

Fuente: Propio

Gráfico N° 15 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U6

VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES



Fuente: Propio

Cuadro N° 25 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U6

$q=1$ VRT = 63 VRC = 63	$q=2$ VRT = 73 VRC = 53	$q=3$ VRT = 66 VRC = 41
$q=4$ VRT = 58 VRC = 31	$q=5$ VRT = 50 VRC = 23	$q=6$ VRT = 42 VRC = 15

Fuente: Propio

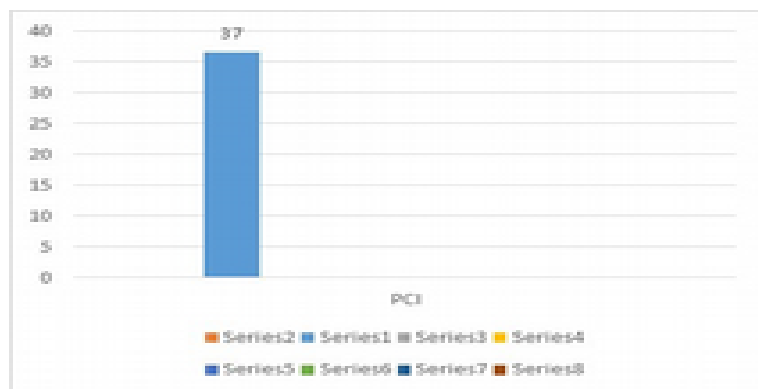
Cuadro N° 26 Valor PCI e interpretación de la U6

RANGOS DE CLASIFICACION DE		
Rango		Clasi
85	100	Exc
70	85	Muy
55	70	Bt
40	55	Re

cálculo para determinación del VRC		
Máximo VRC	=	63
PCI = 100 - VRC		
PCI _{U6}	=	37
Clasificación	=	Malo

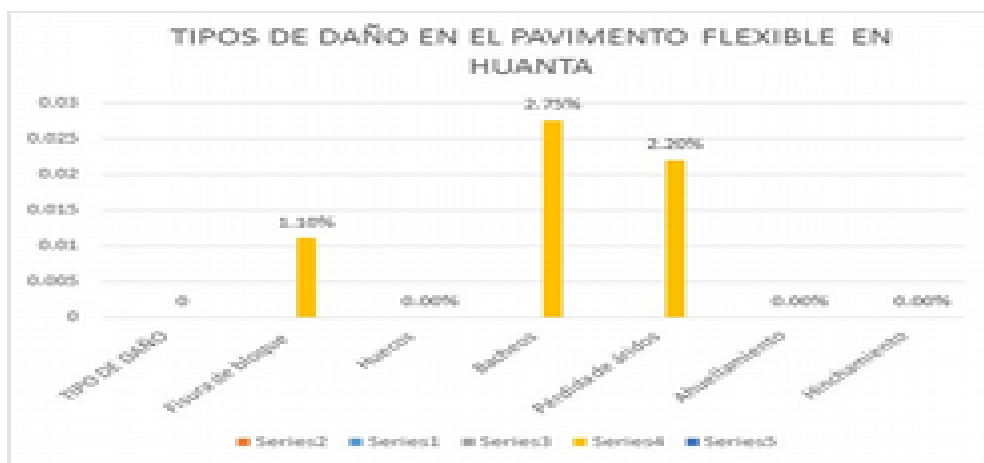
Fuente: Propio

Gráfico N° 16 Valor promedio del PCI en la U6



Fuente: Propio

Gráfico N° 17 Incidencias Patológicas en la U6



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U6 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U6, son de nivel de severidad media a alto, preponderantemente notorio a simple vista se observa los fisura de bloque, bacheo, y pérdida de áridos.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 3 valores reducidos: 23, 18 y 1.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 63, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 37 cuyo rango de

clasificación resulta ser un Pavimento MALO.

Cuadro N° 27 Unidad de Muestra U7: Av. Carlos La Torre Cortéz

 INVENTARIO DE MUESTRAS DE CAMPO "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGION AYACUCHO - MAYO 2015" AUTOR : JUAN R. CÁRDENAS RIVEROS ASESO: ING. GONZALO PRETELISLAVA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL						
Poblacion Total		182	Unid. M	U7	FECHA : 12 / 05 / 2015	
N°	Defecto	N°	Daño	N°	Daño	
1	Despl. de cocodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11	Agregado pulido	
2	Exudación			12	Pérdida de áridos	
3	Fisura de bloque	8	Fisuras long. y transversal.	13	Ahuellamiento	
4	Ondulación			14	PCC expuesto	
5	Huecos	9	Derrame combustible.	15	Fisura por deslizamiento	
		10	Bacheos	16	Hinchamiento	
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR	
3	Fisura de bloque		0	0%	0	
5	Huecos		0	0%	0	
10	Bacheos		0	0%	0	
12	Pérdida de áridos	A	3	2%	1	
13	Ahuellamiento	M	5	3%	14	
16	Hinchamiento		0	0%	0	

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 28 Número máximo de Valor Deducido U7 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

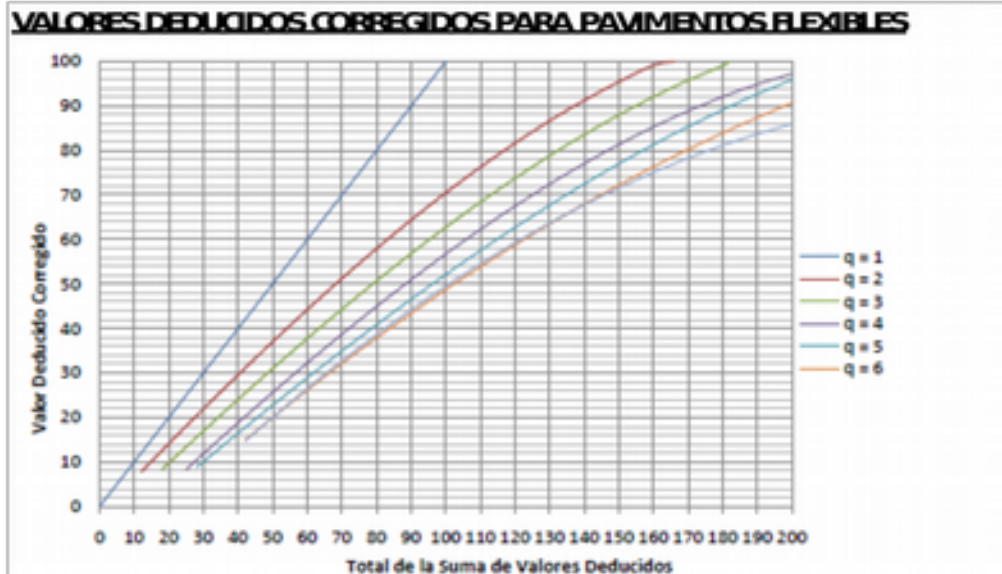
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque		0	14
Huecos		0	14
Bacheos		0	14
Pérdida de áridos	A	1	14
Ahuellamiento	M	14	14
Hinchamiento		0	14

Fuente: Propio

Gráfico N° 18 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U7



Fuente: Propio

Cuadro N° 29 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U7

q=1 VRT = 58 VBC = 58	q=2 VRT = 51 VBC = 38	q=3 VRT = 42 VBC = 16
q=4 VRT = 33 VBC = 14	q=5 VRT = 24 VBC = 6	q=6 VRT = 15 VBC = 0

Fuente: Propio

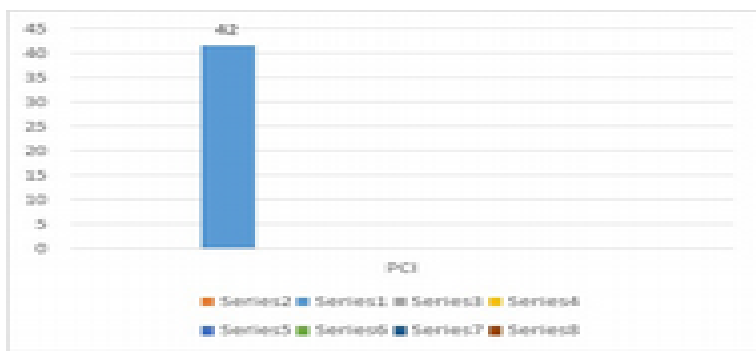
Cuadro N° 30 Valor PCI e interpretación de la U7

RANGOS DE CLASIFICACION DE		
Rango	Clasi	
85 - 100	Exc	
70 - 85	Muy	
55 - 70	Bl	
40 - 55	Re	

cálculo para determinación del VBC	
Máximo VBC =	58
PCI = 100 - VRC	
PCI U7 =	42
Clasificación =	Regular

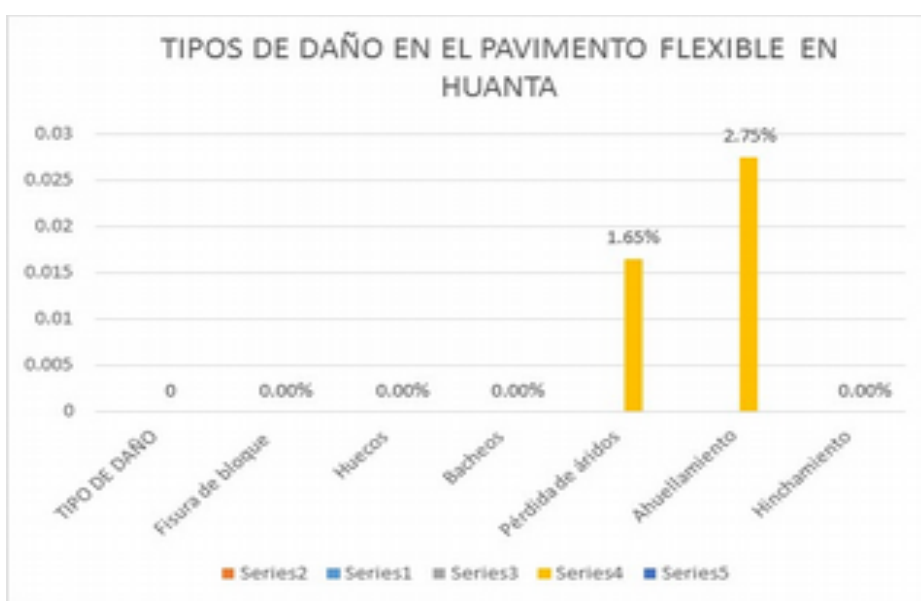
Fuente: Propio

Gráfico N° 19 Valor promedio del PCI en la U7



Fuente: Propio

Gráfico N° 20 Incidencias Patológicas en la U7



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U7 está ubicada en forma correlativa y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U7, son de nivel de severidad media a alto, notorio a simple vista se observa los huecos, bacheos, y pérdida de áridos.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 2 valores reducidos: 1 y 14.

- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 58, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 42 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento REGULAR.

Cuadro N° 31 Unidad de Muestra U8: Av. Carlos La Torre Cortéz

Población Total		182		Unid. M		U8		FECHA: 12/ 05/ 2015	
1	Deflexión de juntas PCC	7		11	Agregado pulido				
2	Exudación			12	Pérdida de áridos				
3	Fisura de bloque	8		13	Ahuellamiento				
4	Ondulación			14	PCC expuesto				
5	Huecos	9		15	Fisura por deslizamiento				
		10		16	Hinchamiento				
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR				
3	Fisura de bloque		0	0%	0				
5	Huecos	B	3	2%	30				
10	Bacheos		0	0%	0				
12	Pérdida de áridos	A	6	3%	2				
13	Ahuellamiento		0	0%	0				
16	Hinchamiento		0	0%	0				

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 32 Número máximo de Valor Deducido U8 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

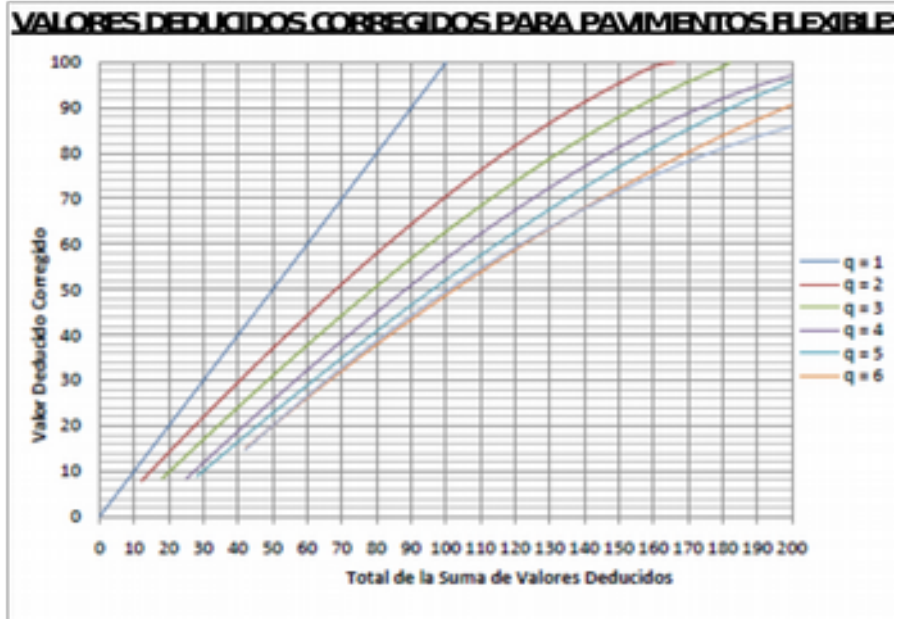
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque		0	30
Huecos	B	30	30
Bacheos		0	30
Pérdida de áridos	A	2	30
Ahuellamiento		0	30
Hinchamiento		0	30

Fuente: Propio

Gráfico N° 21 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U8



Fuente: Propio

Cuadro N° 33 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U8

q=1 VRT = 67 VBC = 67	q=2 VRT = 62 VBC = 48	q=3 VRT = 54 VBC = 34
q=4 VRT = 47 VBC = 24	q=5 VRT = 39 VBC = 17	q=6 VRT = 32 VBC = 0

Fuente: Propio

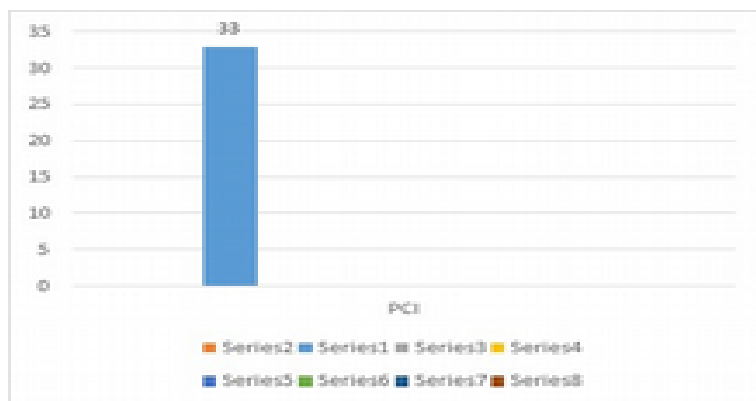
Cuadro N° 34 Valor PCI e interpretación de la U8

RANGOS DE CLASIFICACION DE		
Rango	Clasi	
85 - 100	Exc	
70 - 85	Muy	
55 - 70	Bi	
40 - 55	Re	

cálculo para determinación del VBC	
Máximo VBC =	67
PCI = 100 - VRC	
PCI _{U8} =	33
Clasificación =	Malo

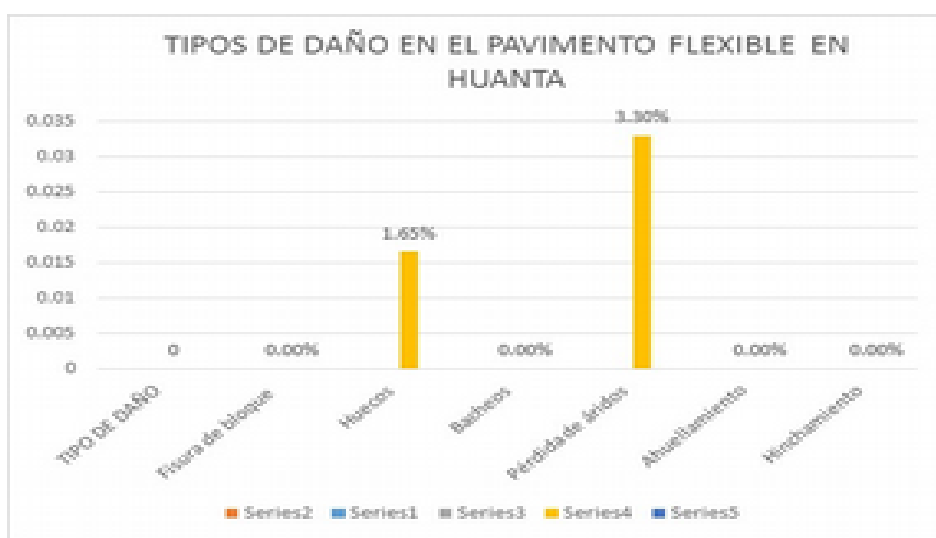
Fuente: Propio

Gráfico N° 22 Valor promedio del PCI en la U8



Fuente: Propio

Gráfico N° 23 Incidencias Patológicas en la U8



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U8 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U8, son de nivel de severidad media a alto, preponderantemente notorio a simple vista se observa los huecos, bacheos, y pérdida de áridos.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 2 valores reducidos: 30 y 2.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 67,

que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 33 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento MALO.

Cuadro N° 35 Unidad de Muestra U9: Av. Carlos La Torre Cortéz

Uladech CAPOLINA		INVENTARIO DE MUESTRAS DE CAMPO				
"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGION AYACUCHO - MAYO 2015"						
AUTOR : JUAN R. CÁRDENAS RIVEROS			ASESO: ING. GONZALO PRETEL ISLAVA			
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL						
Poblacion Total		182	Unid. M	U9	FECHA : 12 / 05 / 2015	
N°	Defecto	N°	Daño	N°	Daño	
1	cocodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11	Agregado pulido	
2	Eudación			12	Pérdida de áridos	
3	Fisura de bloque	8	Fisuras long. y transversal.	13	Ahuellamiento.	
4	Ondulación			14	PCC expuesto.	
5	Huecos	9	Derrame combustible.	15	Fisura por deslizamiento	
		10	Bacheos	16	Hinchamiento	
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR	
3	Fisura de bloque		0	0%	0	
5	Huecos	A	6	3%	76	
10	Bacheos		0	0%	0	
12	Pérdida de áridos	A	3	2%	2	
13	Ahuellamiento		0	0%	0	
16	Hinchamiento		0	0%	0	

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 36 Número máximo de Valor Deducido U9 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

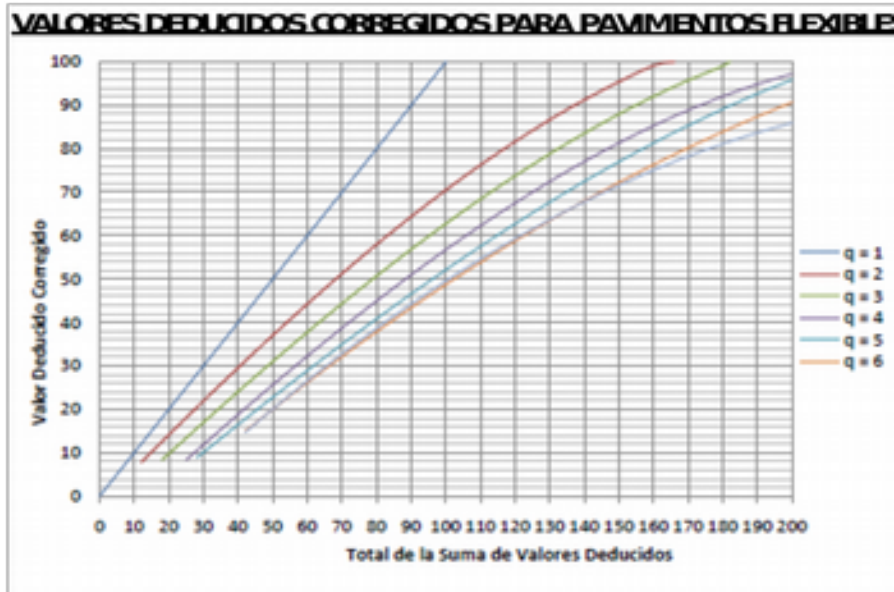
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque		0	76
Huecos	A	76	76
Bacheos		0	76
Pérdida de áridos	A	2	76
Ahuellamiento		0	76
Hinchamiento		0	76

Fuente: Propio

Gráfico N° 24 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U9



Fuente: Propio

Cuadro N° 37 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U9

<table border="1"> <tr><td>q=1</td></tr> <tr><td>VRT = 16</td></tr> <tr><td>VBC = -</td></tr> </table>	q=1	VRT = 16	VBC = -	<table border="1"> <tr><td>q=2</td></tr> <tr><td>VRT = 13</td></tr> <tr><td>VBC = 0</td></tr> </table>	q=2	VRT = 13	VBC = 0	<table border="1"> <tr><td>q=3</td></tr> <tr><td>VRT = 10</td></tr> <tr><td>VBC = 0</td></tr> </table>	q=3	VRT = 10	VBC = 0
q=1											
VRT = 16											
VBC = -											
q=2											
VRT = 13											
VBC = 0											
q=3											
VRT = 10											
VBC = 0											
<table border="1"> <tr><td>q=4</td></tr> <tr><td>VRT = 82</td></tr> <tr><td>VBC = 47</td></tr> </table>	q=4	VRT = 82	VBC = 47	<table border="1"> <tr><td>q=5</td></tr> <tr><td>VRT = 81</td></tr> <tr><td>VBC = 42</td></tr> </table>	q=5	VRT = 81	VBC = 42	<table border="1"> <tr><td>q=6</td></tr> <tr><td>VRT = 78</td></tr> <tr><td>VBC = 37</td></tr> </table>	q=6	VRT = 78	VBC = 37
q=4											
VRT = 82											
VBC = 47											
q=5											
VRT = 81											
VBC = 42											
q=6											
VRT = 78											
VBC = 37											

Fuente: Propio

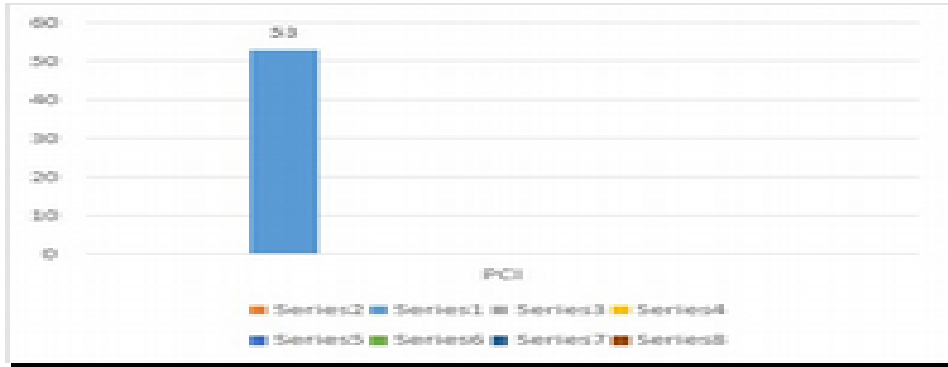
Cuadro N° 38 Valor PCI e interpretación de la U9

RANGOS DE CLASIFICACION D		
Rango	Clasi	
85 - 100	Exc	
70 - 85	Muy	
55 - 70	Bt	
40 - 55	Re	

cálculo para determinación del VBC		
Máximo VBC	=	47
PCI = 100 - VBC		
PCI U9	=	53
Clasificación	=	Regular

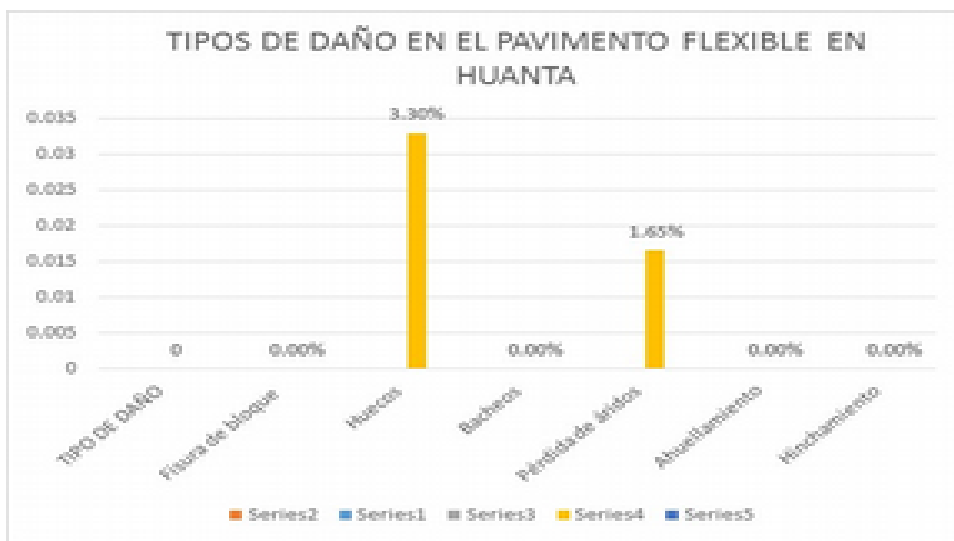
Fuente: Propio

Gráfico N° 25 Valor promedio del PCI en la U9



Fuente: Propio

Gráfico N° 26 Incidencias Patológicas en la U9



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U9 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U9, son de nivel de severidad media a alto, preponderantemente notorio a simple vista se observa los huecos y pérdida de áridos.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 2 valores reducidos: 76, 2.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 47, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 53 cuyo rango de

clasificación resulta ser un Pavimento REGULAR.

Cuadro N° 39 Unidad de Muestra U10: Av. Carlos La Torre Cortéz

Poblacion Total		Unid. M		FECHA: 12 / 05 / 2015	
1	cocodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11	Agregado pulido
2	Exudación			12	Pérdida de áridos
3	Fisura de bloque	8	Fisuras long. y transversal.	13	Ahuellamiento
4	Ondulación			14	PCC expuesto
5	Huecos	9	Derrame combustible.	15	Fisura por deslizamiento
		10	Bacheos	16	Hinchamiento

N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR
3	Fisura de bloque		0	0%	0
5	Huecos		0	0%	0
10	Bacheos	M	3	2%	15
12	Pérdida de áridos	A	3	2%	2
13	Ahuellamiento	M	3	2%	12
16	Hinchamiento		0	0%	0

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 40 Número máximo de Valor Deducido U10 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

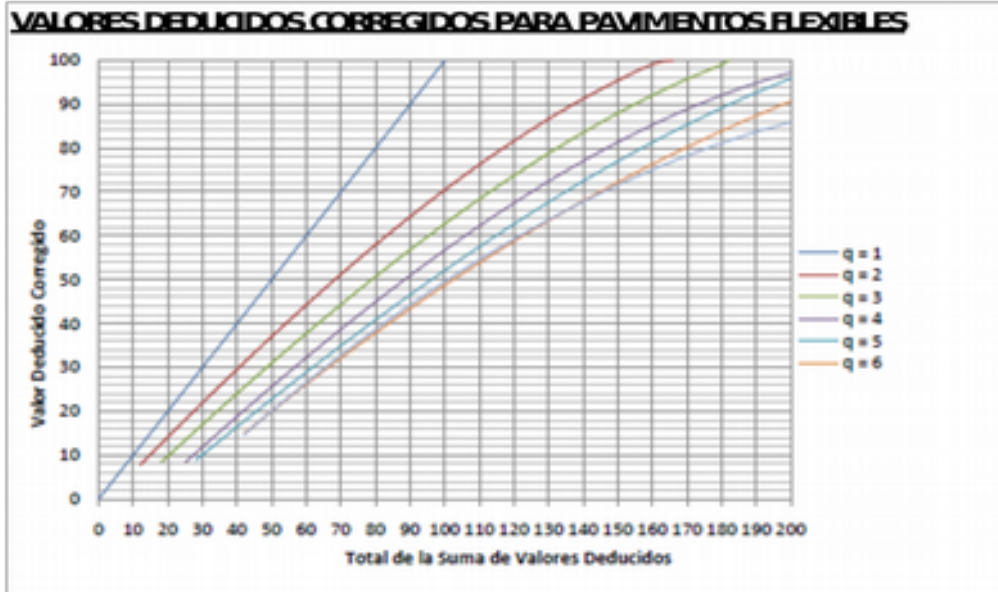
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque		0	15
Huecos		0	15
Bacheos	M	15	15
Pérdida de áridos	A	2	15
Ahuellamiento	M	12	15
Hinchamiento		0	15

Fuente: Propio

Gráfico N° 27 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U10



Fuente: Propio

Cuadro N° 41 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U10

a=1 VRT = 44 VBC = 44	a=2 VRT = 35 VBC = 25	a=3 VRT = 28 VBC = 15
a=4 VRT = 35 VBC = 15	a=5 VRT = 38 VBC = 15	a=6 VRT = 29 VBC = 0

Fuente: Propio

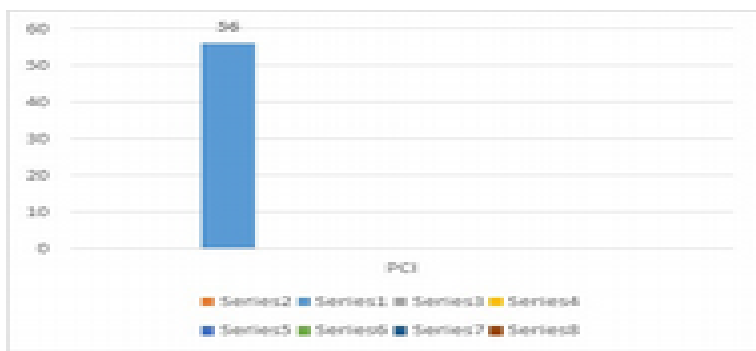
Cuadro N° 42 Valor PCI e interpretación de la U10

RANGOS DE CLASIFICACION DI		
Rango		Clasi
85	100	Exc
70	85	Muy
55	70	Bi
40	55	Re

cálculo para determinación del VBC	
Máximo VBC =	44
PCI = 100 - VRC	
PCI _{U10} =	56
Clasificación =	Bueno

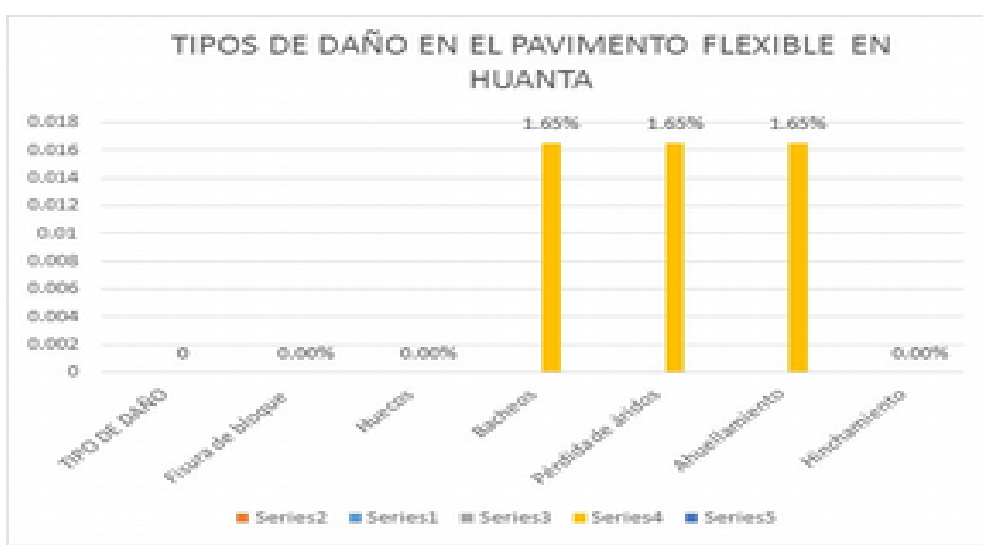
Fuente: Propio

Gráfico N° 28 Valor promedio del PCI en la U10



Fuente: Propio

Gráfico N° 29 Incidencias Patológicas en la U10



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U10 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U10, son de nivel de severidad media a alto, preponderantemente notorio a simple vista se observa los bacheos, pérdida de áridos y ahuellamiento.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 3 valores reducidos: 15, 2 y 12.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 44,

que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 56 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento BUENO. Es el único tramo en condiciones aceptables pero con un alto grado de pérdida de áridos de la capa superficial en contacto con el medio ambiente.

Cuadro N° 43 Unidad de Muestra U11: Av. Carlos La Torre Cortéz

ULADECH		INVENTARIO DE MUESTRAS DE CAMPO			
"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGION AYACUCHO - MAYO 2015"					
AUTOR : JUAN R. CÁRDENAS RIVEROS			ASESO: ING. GONZALO PRETEL ISLAVA		
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL					
Poblacion Total		182	Unid. M	U11	FECHA: 12 / 05 / 2015
N°	Def. de	N°	Daño	N°	Daño
1	cocodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11	Agregado pulido
2	Exudación			12	Pérdida de áridos
3	Fisura de bloque	8	Fisuras long. y transversal.	13	Ahuellamiento
4	Ondulación			14	PCC expuesto
5	Huecos	9	Derrame combustible.	15	Fisura por deslizamiento
		10	Bacheos	16	Hinchamiento

N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR
3	Fisura de bloque	M	3	2%	28
5	Huecos	B	2	1%	19
10	Bacheos		0	0%	0
12	Pérdida de áridos	A	3	2%	2
13	Ahuellamiento	M	4	2%	12
16	Hinchamiento		0	0%	0

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 44 Número máximo de Valor Deducido U11 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

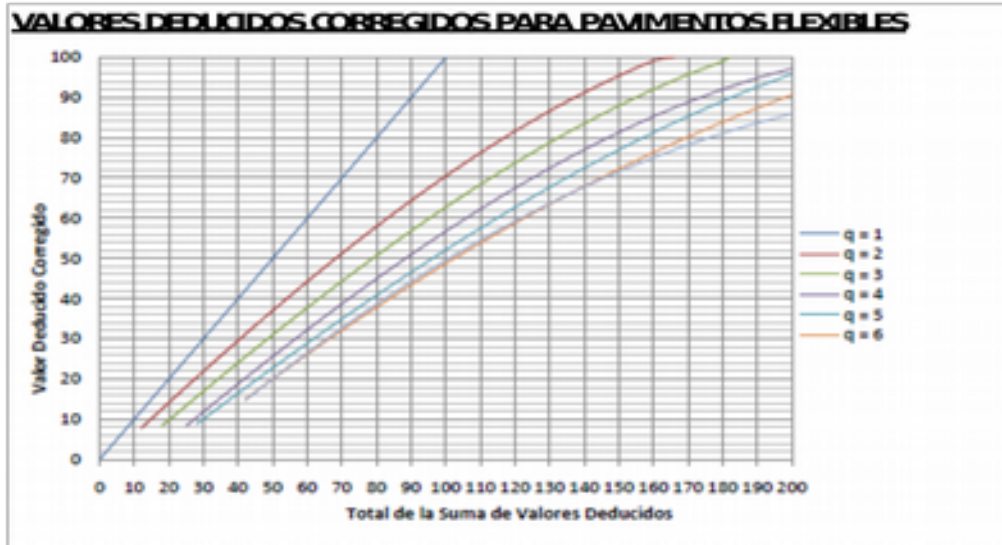
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SEBÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque	M	28	8
Huecos	B	19	8
Bacheos		0	8
Pérdida de áridos	A	2	8
Ahuellamiento	M	12	8
Hinchamiento		0	8

Fuente: Propio

Gráfico N° 30 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U11



Fuente: Propio

Cuadro N° 45 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U11

q=1	q=2	q=3
VRT = 66	VRT = 77	VRT = 82
VBC = 66	VBC = 25	VBC = 15
q=4	q=5	q=6
VRT = 76	VRT = 69	VRT = 61
VBC = 15	VBC = 15	VBC = 0

Fuente: Propio

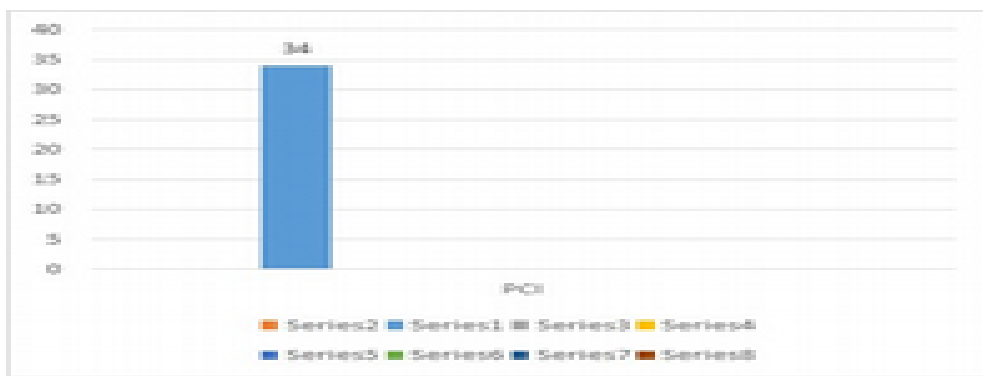
Cuadro N° 46 Valor PCI e interpretación de la U11

RANGOS DE CLASIFICACION DE		
Rango	Clasi	
85 - 100	Exc	
70 - 85	Muy	
55 - 70	Bt	
40 - 55	Re	

cálculo para determinación del VBC		
Máximo VBC	=	66
PCI	= 100 - VBC	
PCI _{U11}	=	34
Clasificación	=	Malo

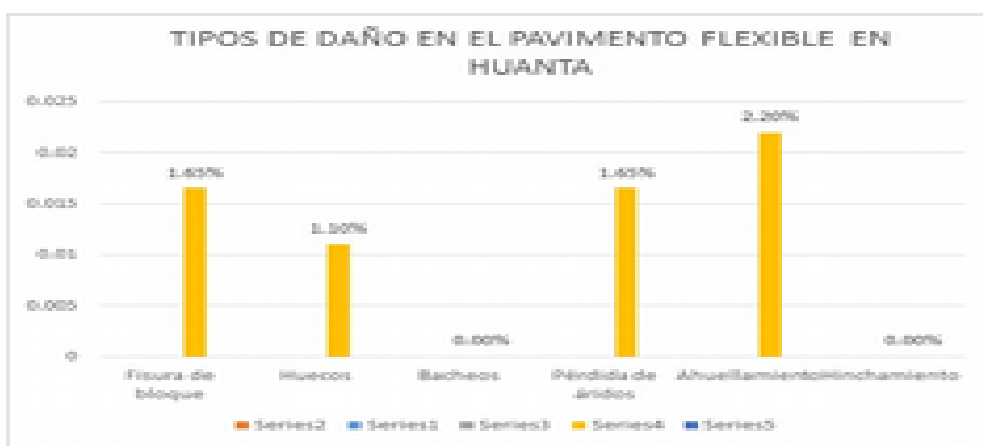
Fuente: Propio

Gráfico N° 31 Valor promedio del PCI en la U11



Fuente: Propio

Gráfico N° 32 Incidencias Patológicas en la U11



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U11 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U11, son de nivel de severidad media a alto, preponderantemente notorio a simple vista se observa los fisura de bloque, huecos, bacheos, pérdida de áridos y ahuellamiento.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 4 valores reducidos: 28, 19, 2, y 12.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 66, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 34 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento MALO.

Cuadro N° 47 Unidad de Muestra U12: Av. Carlos La Torre Cortéz

Poblacion Total		Unid. M		FECHA: 12 / 05 / 2015	
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR
3	Fisura de bloque		0	0%	0
5	Huecos	M	2	1%	32
10	Bacheos	M	3	2%	15
12	Pérdida de áridos	A	3	2%	1
13	Ahuellamiento		0	0%	0
16	Hinchamiento		0	0%	0

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 48 Número máximo de Valor Deducido U12 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

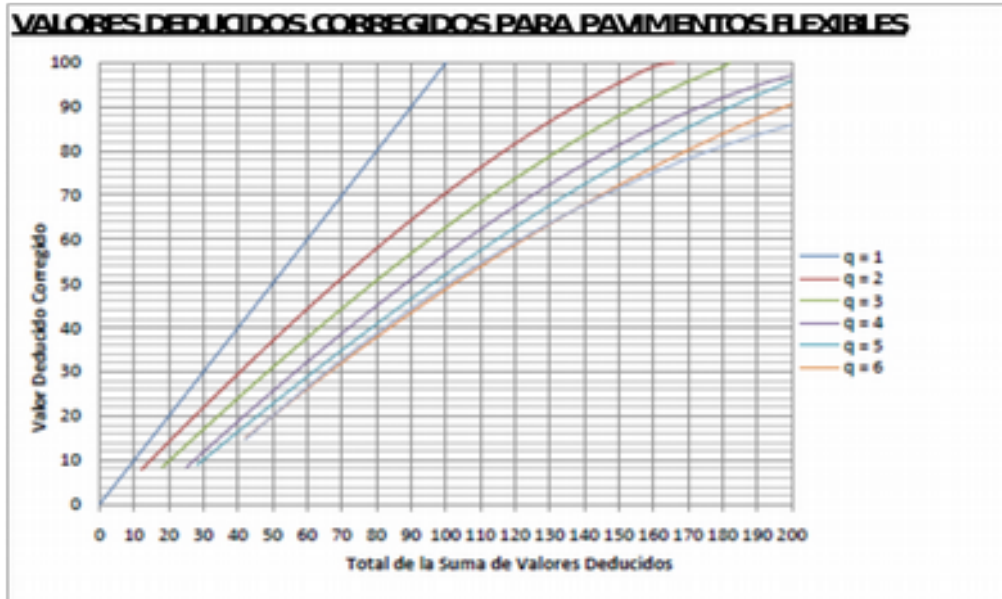
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque		0	7
Huecos	M	32	7
Bacheos	M	15	7
Pérdida de áridos	A	1	7
Ahuellamiento		0	7
Hinchamiento		0	7

Fuente: Propio

Gráfico N° 33 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U12



Fuente: Propio

Cuadro N° 49 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U12

q=1	q=2	q=3
VRT = 68	VRT = 76	VRT = 70
VBC = 68	VBC = 55	VBC = 38
q=4	q=5	q=6
VRT = 63	VRT = 56	VRT = 49
VBC = 35	VBC = 26	VBC = 19

Fuente: Propio

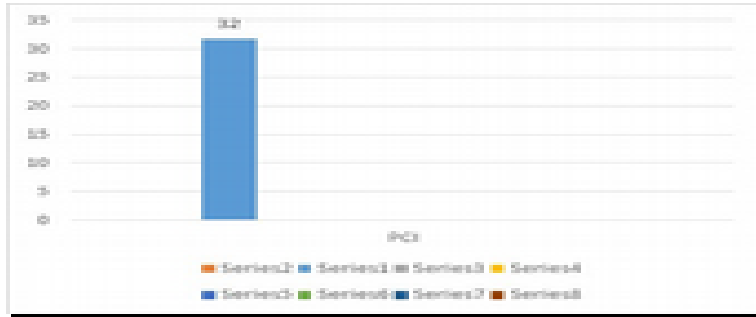
Cuadro N° 50 Valor PCI e interpretación de la U12

RANGOS DE CLASIFICACION DJ		Clasi
Rango		
85	100	Exc
70	85	Muy
55	70	Bl
40	55	Re

cálculo para determinación del VBC	
Máximo VBC	= 68
PCI = 100 - VRC	
PCI _{U12}	= 32
Clasificación	= Malo

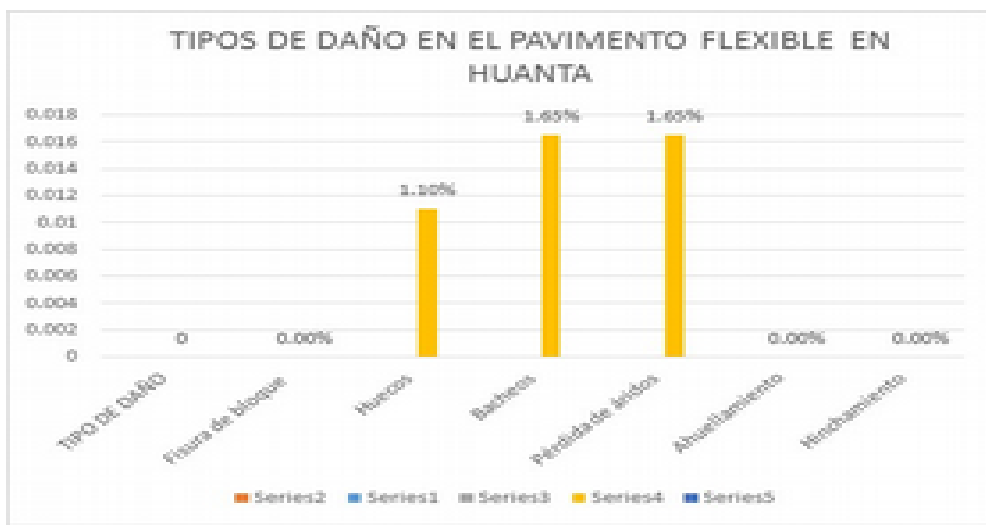
Fuente: Propio

Gráfico N° 34 Valor promedio del PCI en la U12



Fuente: Propio

Gráfico N° 35 Incidencias Patológicas en la U12



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U12 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U12, son de nivel de severidad media a alto, notorio a simple vista se observa los huecos, bacheos, y pérdida de áridos.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 3 valores reducidos: 342, 15 y 1.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 68,

que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 32 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento MALO.

Cuadro N° 51 Unidad de Muestra U13: Av. Carlos La Torre Cortéz

Poblacion Total		Unid. M		FECHA: 12 / 05 / 2015	
1	Piel de cocodrilo	7		11	Agregado pulido
2	Exudación			12	Pérdida de áridos
3	Fisura de bloque	8		13	Ahuellamiento
4	Ondulación			14	PCC expuesto
5	Huecos	9		15	Fisura por deslizamiento
		10		16	Hinchamiento
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR
3	Fisura de bloque		0	0%	0
5	Huecos	M	3	2%	48
10	Bacheos		0	0%	0
12	Pérdida de áridos	A	3	2%	1
13	Ahuellamiento	M	2	1%	9
16	Hinchamiento		0	0%	0

Fuente: Datos propio

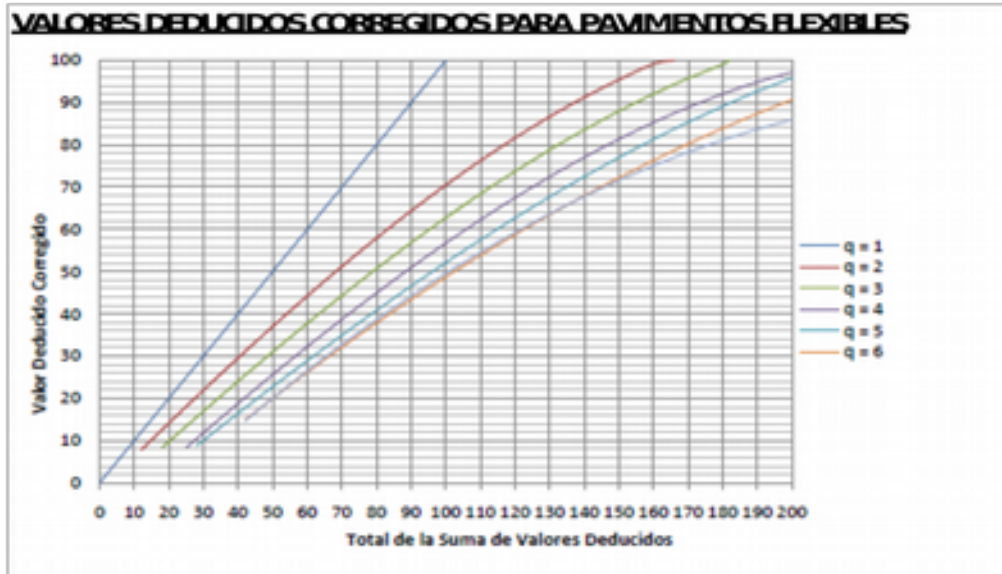
Cuadro N° 52 Número máximo de Valor Deducido U13 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque		0	48
Huecos	M	48	48
Bacheos		0	48
Pérdida de áridos	A	1	48
Ahuellamiento	M	9	48
Hinchamiento		0	48

Fuente: Propio

Gráfico N° 36 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U13



Fuente: Propio

Cuadro N° 53 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U13

q=1	q=2	q=3
VRT = 77	VRT = 80	VRT = 75
VRC = 77	VRC = 58	VRC = 48
q=4	q=5	q=6
VRT = 70	VRT = 64	VRT = 58
VRC = 39	VRC = 31	VRC = 25

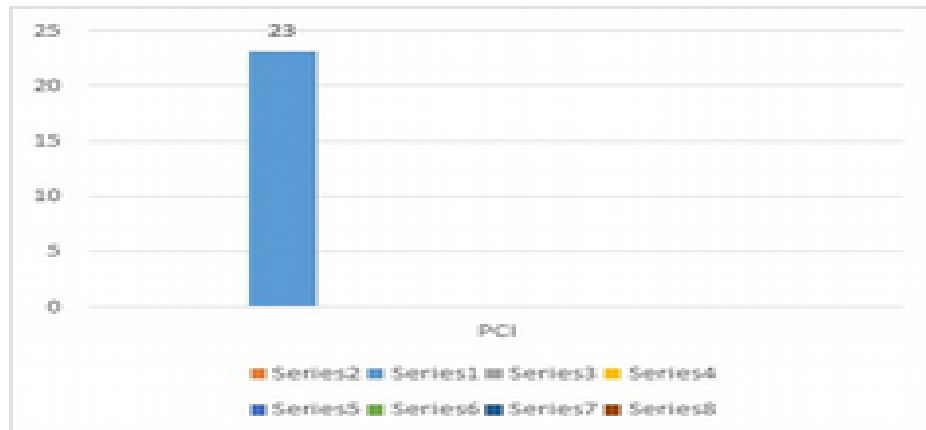
Fuente: Propio

Cuadro N° 54 Valor PCI e interpretación de la U13

RANGOS DE CLASIFICACION DE			cálculo para determinación del VRC	
Rango		Clasi	Máximo VRC	= 77
85	100	Exc	PCI = 100 - VRC	
70	85	Muy	PCI _{U13}	= 23
55	70	Bi	Clasificación	= Muybajo
40	55	Re		

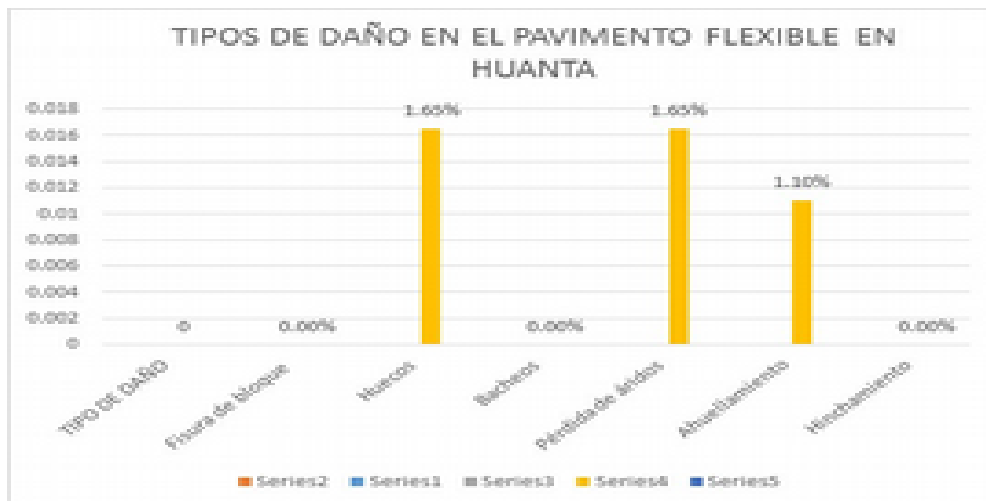
Fuente: Propio

Gráfico N° 37 Valor promedio del PCI en la U13



Fuente: Propio

Gráfico N° 38 Incidencias Patológicas en la U13



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U13 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U13, son de nivel de severidad media a alto, preponderantemente notorio a simple vista se observa los huecos, pérdida de áridos y ahuecamiento.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 3 valores reducidos: 48, 1 y 9.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 77,

que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 23 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento MUY MALO.

Cuadro N° 55 Unidad de Muestra U14: Av. Carlos La Torre Cortéz

Poblacion Total		Unid. M		FECHA: 12 / 05 / 2015	
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR
3	Fisura de bloque	M	4	2%	28
5	Huecos		0	0%	0
10	Bacheos	M	2	1%	32
12	Pérdida de áridos	A	3	2%	1
13	Ahuellamiento		0	0%	0
16	Hinchamiento	A	1	1%	3

Fuente: Datos propio

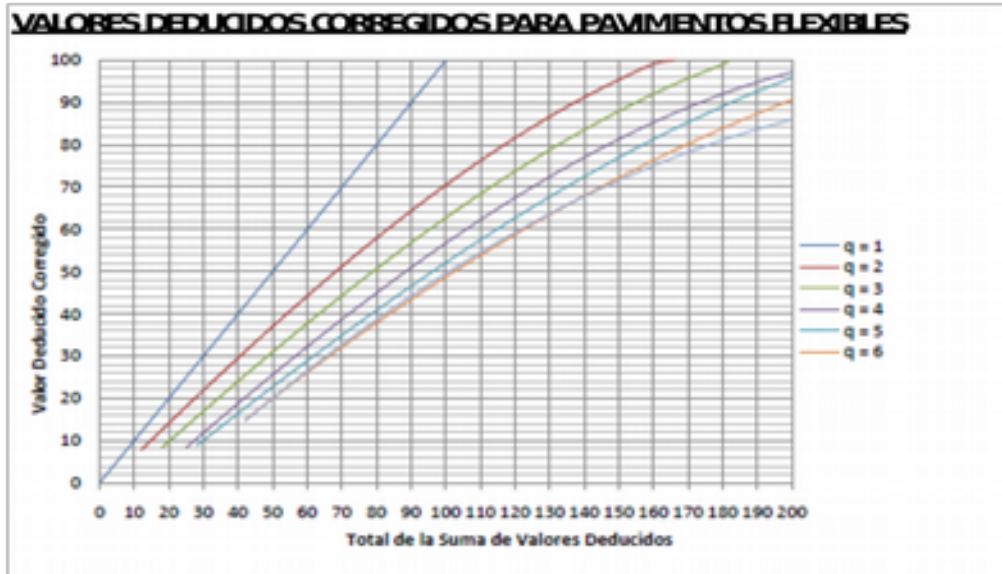
Cuadro N° 56 Número máximo de Valor Deducido U14 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque	M	28	7
Huecos		0	7
Bacheos	M	32	7
Pérdida de áridos	A	1	7
Ahuellamiento		0	7
Hinchamiento	A	3	7

Fuente: Propio

Gráfico N° 39 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U14



Fuente: Propio

Cuadro N° 57 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U14

q=1 VRT = 68 VRC = 68	q=2 VRT = 89 VRC = 63	q=3 VRT = 85 VRC = 54
q=4 VRT = 78 VRC = 43	q=5 VRT = 71 VRC = 38	q=6 VRT = 67 VRC = 29

Fuente: Propio

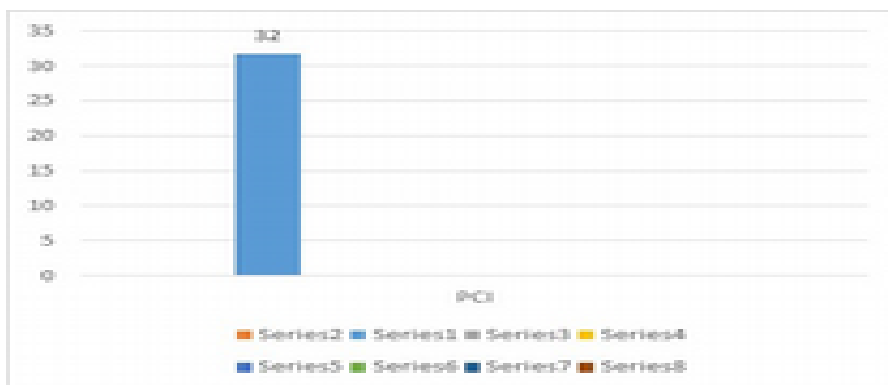
Cuadro N° 58 Valor PCI e interpretación de la U14

RANGOS DE CLASIFICACION D _i		
Rango	Clasi	
85 - 100	Exc	
70 - 85	Muy	
55 - 70	B _i	
40 - 55	Re	

cálculo para determinación del VRC	
Máximo VRC =	68
PCI = 100 - VRC	
PCI _{U14} =	32
Clasificación =	Malo

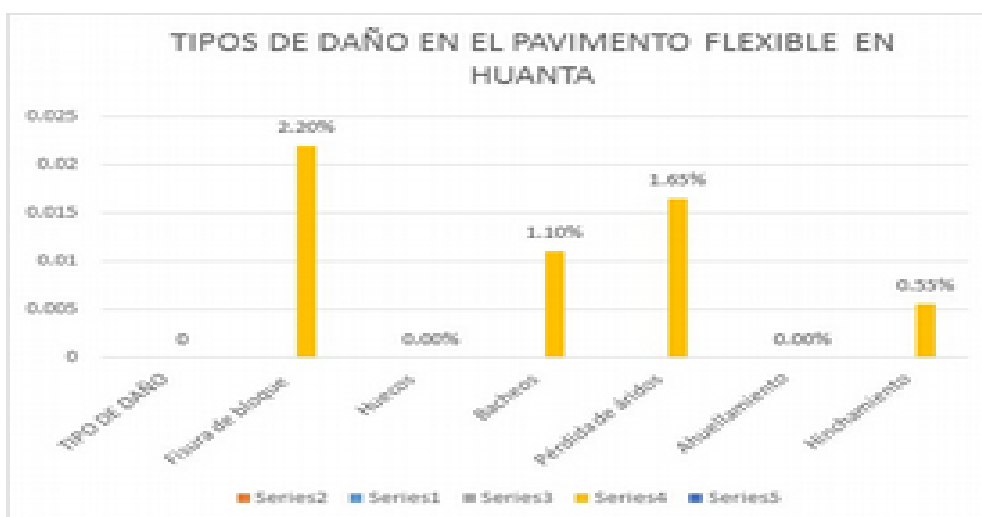
Fuente: Propio

Gráfico N° 40 Valor promedio del PCI en la U14



Fuente: Propio

Gráfico N° 41 Incidencias Patológicas en la U14



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U14 está ubicada en forma correlativa de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U14, son de nivel de severidad media a alto, preponderantemente notorio a simple vista se observa los fisura, bacheos, pérdida de áridos e hinchamiento.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 4 valores reducidos: 28, 32, 1, 3.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 68,

que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 32 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento MALO.

Cuadro N° 59 Unidad de Muestra U15: Av. Carlos La Torre Cortéz

Población Total		182	Unid. M	U15	FECHA: 12/ 05/ 2015
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR
3	Fisura de bloque		0	0%	0
5	Huecos	B	4	2%	48
10	Bacheos	M	3	2%	15
12	Pérdida de áridos	A	3	2%	2
13	Ahuellamiento	M	4	2%	12
16	Hinchamiento		0	0%	0

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 60 Número máximo de Valor Deducido U15 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

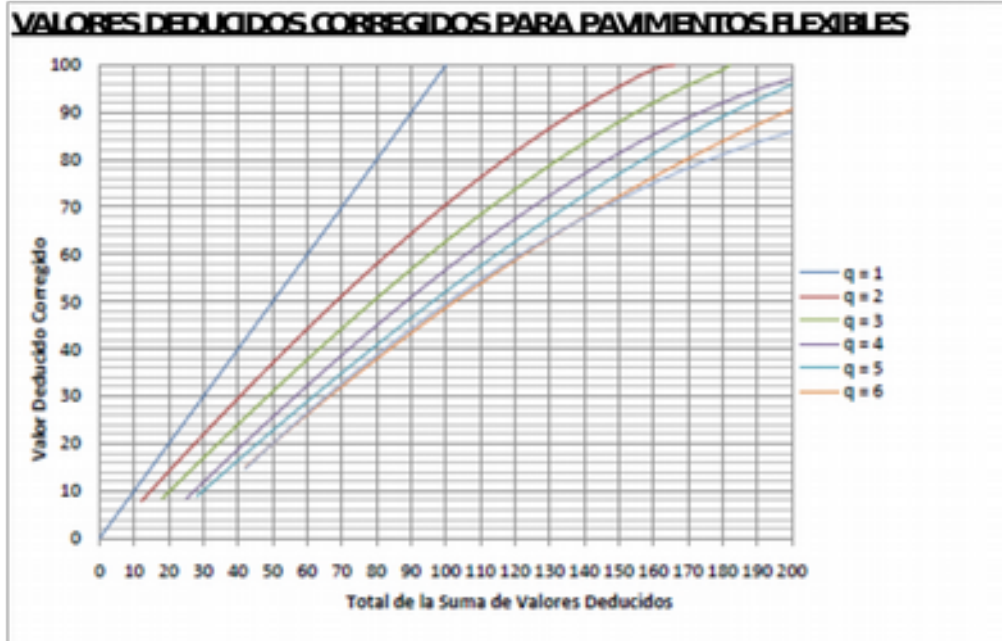
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	HDV	m
Fisura de bloque		0	48
Huecos	B	48	48
Bacheos	M	15	48
Pérdida de áridos	A	2	48
Ahuellamiento	M	12	48
Hinchamiento		0	48

Fuente: Propio

Gráfico N° 42 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U15



Fuente: Propio

Cuadro N° 61 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U15

q=1	q=2	q=3
VRT = 77	VRT = 86	VRT = 92
VBC = 77	VBC = 62	VBC = 59
q=4	q=5	q=6
VRT = 89	VRT = 89	VRT = 77
VBC = 50	VBC = 43	VBC = 38

Fuente: Propio

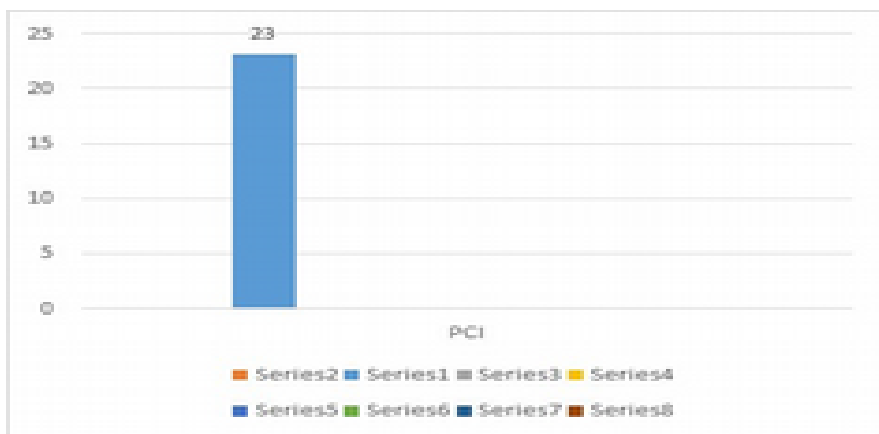
Cuadro N° 62 Valor PCI e interpretación de la U15

RANGOS DE CLASIFICACION DE		
Rango	Clasi	
85 - 100	Exc	
70 - 85	Muy	
55 - 70	Bt	
40 - 55	Re	

cálculo para determinación del VRC	
Máximo VBC	= 77
PCI = 100 - VRC	
PCI us	= 23
Clasificación	= Muy malo

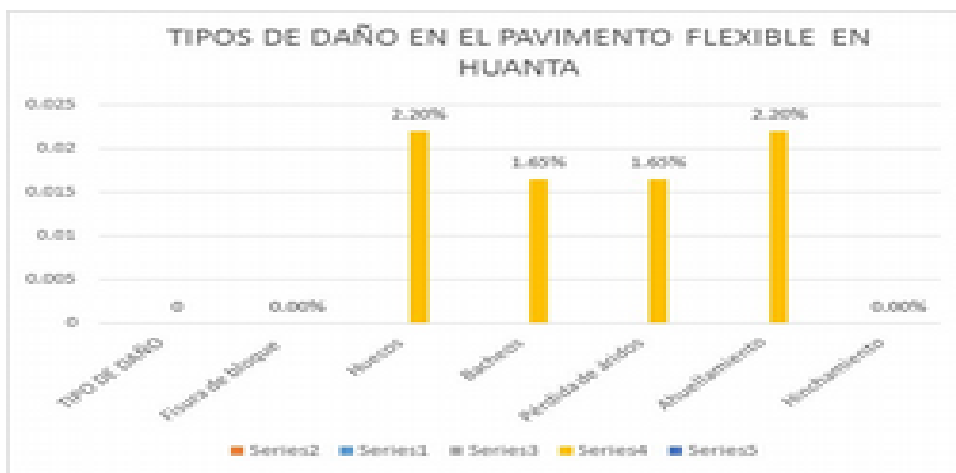
Fuente: Propio

Gráfico N° 43 Valor promedio del PCI en la U15



Fuente: Propio

Gráfico N° 44 Incidencias Patológicas en la U15



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U15 pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U15, son de nivel de severidad media a alto, notorio a simple vista donde se observa los huecos, bacheos, pérdida de áridos y ahuellamiento.
- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 4 valores reducidos: 48, 15, 2, 12.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 77, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 23 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento MUY MALO.

Cuadro N° 63 Unidad de Muestra U16: Av. Carlos La Torre Cortéz

Poblacion Total		182	Unid. M	U16	FECHA: 12 / 05 / 2015	
	N°	Daño	N°	Daño		
1	cocodrilo	7	Deflexión de juntas PCC	11		Agregado pulido
2	Exudación			12		Pérdida de áridos
3	Fisura de bloque	8	Fisuras long. y transversal.	13		Ahuellamiento
4	Ondulación			14		PCC expuesto
5	Huecos	9	Derrame combustible.	15		Fisura por deslizamiento
		10	Bacheos	16	Hinchamiento	
N°	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	INCIDENCIA	DENSIDAD	VR	
3	Fisura de bloque	M	4	2%	28	
5	Huecos	B	3	2%	30	
10	Bacheos	M	4	2%	12	
12	Pérdida de áridos	A	3	2%	2	
13	Ahuellamiento	M	2	1%	9	
16	Hinchamiento	A	1	1%	35	

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 64 Número máximo de Valor Deducido U16 (HDV)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

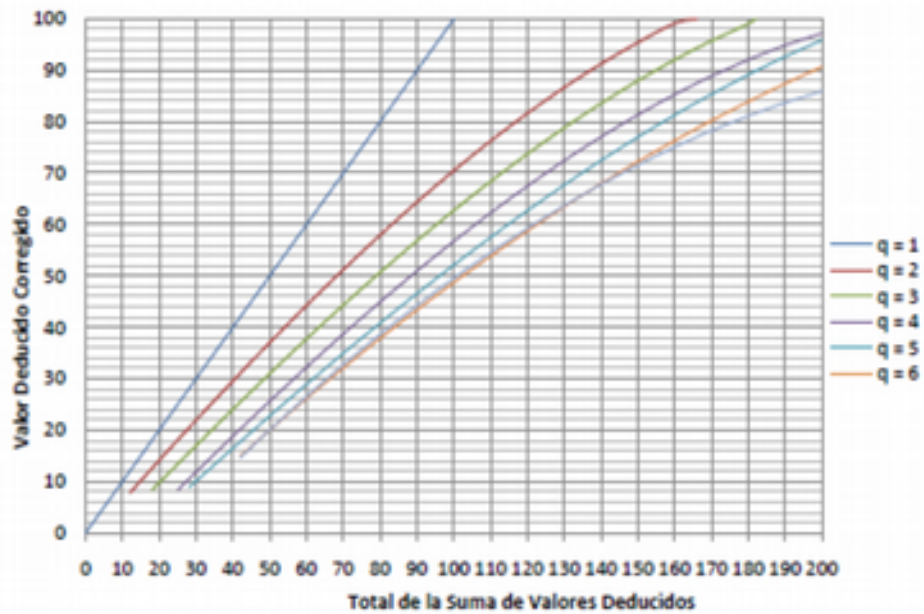
NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (VR)
ORDENANDO EN FORMA DESCENDENTE EL VR SERÁ:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	VR	HDV	m
Fisura de bloque	M	28	35	7
Huecos	B	30	35	7
Bacheos	M	12	35	7
Pérdida de áridos	A	2	35	7
Ahuellamiento	M	9	35	7
Hinchamiento	A	35	35	7

Fuente: Propio

Gráfico N° 45 Interpolación del Valor Deducido Corregido para U16

VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES



Fuente: Propio

Cuadro N° 65 Cuadro de valores deducidos Corregido (VRC) de la U16

<table border="1"> <tr><td>q=1</td></tr> <tr><td>VRT = 70</td></tr> <tr><td>VBC = 69</td></tr> </table>	q=1	VRT = 70	VBC = 69	<table border="1"> <tr><td>q=2</td></tr> <tr><td>VRT = 93</td></tr> <tr><td>VBC = 66</td></tr> </table>	q=2	VRT = 93	VBC = 66	<table border="1"> <tr><td>q=3</td></tr> <tr><td>VRT = 114</td></tr> <tr><td>VBC = 70</td></tr> </table>	q=3	VRT = 114	VBC = 70
q=1											
VRT = 70											
VBC = 69											
q=2											
VRT = 93											
VBC = 66											
q=3											
VRT = 114											
VBC = 70											
<table border="1"> <tr><td>q=4</td></tr> <tr><td>VRT = 119</td></tr> <tr><td>VBC = 66</td></tr> </table>	q=4	VRT = 119	VBC = 66	<table border="1"> <tr><td>q=5</td></tr> <tr><td>VRT = 121</td></tr> <tr><td>VBC = 63</td></tr> </table>	q=5	VRT = 121	VBC = 63	<table border="1"> <tr><td>q=6</td></tr> <tr><td>VRT = 116</td></tr> <tr><td>VBC = 57</td></tr> </table>	q=6	VRT = 116	VBC = 57
q=4											
VRT = 119											
VBC = 66											
q=5											
VRT = 121											
VBC = 63											
q=6											
VRT = 116											
VBC = 57											

Fuente: Propio

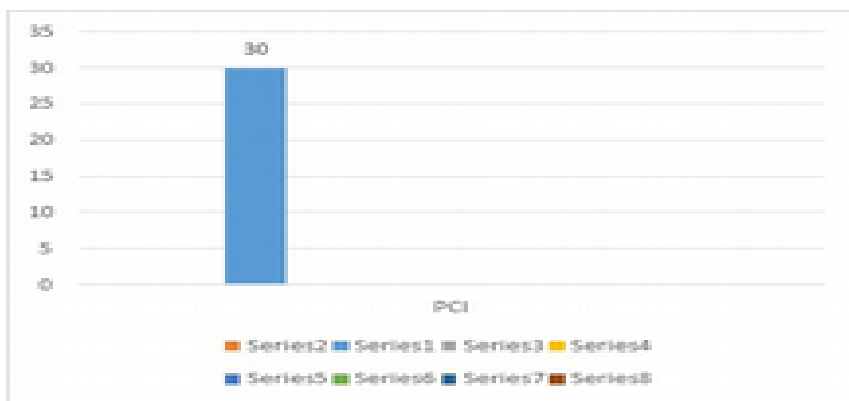
Cuadro N° 66 Valor PCI e interpretación de la U16

RANGOS DE CLASIFICACION DE		
Rango		Clasi
85	100	Exc
70	85	Muy
55	70	Bi
40	55	Re

cálculo para determinación del VBC	
Máximo VBC	= 70
PCI = 100 - VRC	
PCI _{U16}	= 30
Clasificación	= Malo

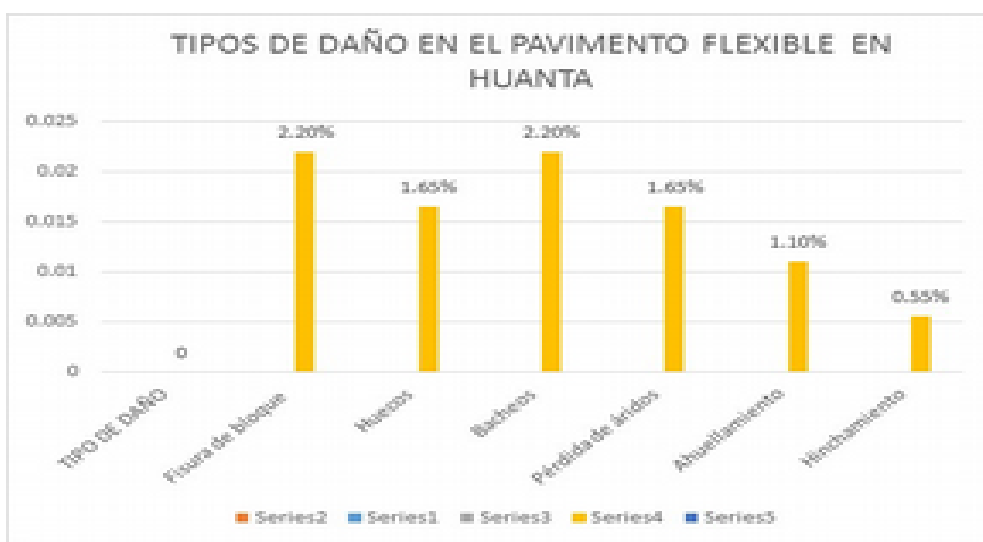
Fuente: Propio

Gráfico N° 46 Valor promedio del PCI en la U16



Fuente: Propio

Gráfico N° 47 Incidencias Patológicas en la U16



Fuente: Propio

Conclusión.

- ✓ La unidad de muestra U16, está ubicada en forma correlativa respecto de su antecesor y es parte de las 16 muestras seleccionadas de 31.50 m lineales de 7.30 m de sección de vía, cuyo área es de 230 m², que pertenece a la Av. Carlos la Torre Cortéz, de la provincia de Huanta, región Ayacucho.
- ✓ Las fallas en dicha unidad muestral U16, son de nivel de severidad media a alto, preponderantemente notorio a simple vista se observa los fisura de

bloques, huecos, bacheos, pérdida de áridos, ahuellamiento e

hinchamiento.

- ✓ Según la tabla de muestreo se registra 6 valores reducidos: 28, 30, 12, 2, 9, 35.
- ✓ Seguidamente se obtuvo el valor corregido del valor reducido total de 70, que disminuido del total del PCI, nos reporta un valor de 30 cuyo rango de clasificación resulta ser un Pavimento MALO.

Tabla N° 0 7 Condición real de evaluación del pavimento flexible

Rango PCI %	Color	Estado
0-10	Grigio	Falla
11-25	Naranja	Muy Malo
26-40	Rojo	Malo
41-55	Rosa	Regular
56-70	Amarillo	Bueno
71-85	Verde claro	Muy Bueno
86-100	Verde oscuro	Excelente

Fuente: propio

4.2. Análisis de Resultados.

Se detalla cada uno de los resultados obtenidos en el proceso de evaluación del pavimento flexible de la Av. Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho, las mismas que se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 67 Cuadro resumen de resultados

Unidad	Rango de	Clasificación
--------	----------	---------------

Muestral	clasificación PCI	
U1	29	Malo
U2	31	Malo
U3	44	Regular
U4	24	Muy Malo
U5	24	Muy Malo
U6	37	Malo
U7	42	Regular
U8	33	Malo
U9	53	Regular
U10	56	Bueno
U11	34	Malo
U12	32	Malo
U13	23	Muy Malo
U14	32	Malo
U15	23	Muy Malo
U16	30	Malo

Fuente: propio

Los resultados nos dan un dato referencial del estado situacional de la condición funcional que tiene cada unidad muestral y que influyen en la necesidad de generar un resultado global, para ello se adjunta el cuadro de valores resultantes de las 16 unidades muestrales, luego de la evaluación final, cuya severidad de fallas están en la clasificación de incidencias medio a alto y cuyo rango promedio final del PCI es de 34, resultando en su clasificación como un **Pavimento Malo**.

Cuadro N° 68 Hoja resumen final del PCI en el pavimento flexible

PAVIMENTO FLEXIBLE BAJAJADO: 500 METROS LINEALES DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTIÉZ DE LA CIUDAD DE HUANTA																DIAGRAMA:				
HOJA RESUMEN DE EVALUACIÓN FINAL																				
Componente:				Sección de muestra:				Unidad de muestreo:				Diagrama:								
Pavimento Flexible				Regular				1 a 16				7.30 m								
Prog. 0400 a 04500				Ancho: 7.3 m				Área de muestreo:				7.30								
Inspeccionado por:				Longitud: 31.5 m				230 m ²				Fecha: 12/09/2015								
Juan B. León Cárdenas B. Avens																				
Nº	Daño			Nº	Daño			Nº	Daño											
1	Biel de cordillo			7	Deflexión de juntas PCC			11-	Agregado pulido											
2	Eucación							12	Pérdida de áridos											
3	Fisura de bloque			8	Fisuras long. y transv.			13	Ahuellamiento											
4	Ondulación							14	PCC expuesto											
5	Huecos			9	Derrame combustible			15	Fisura por deslizamiento											
6	Fresión por choque de turbina			10	Rachos			16	Hinchamiento											
PATOLOGÍA	SEVERIDAD DE FALLA	REPORTE DE RESULTADOS DEL PCI POR CADA UNIDAD DE MUESTRA																TOTAL	PCI PROMEDIO	CONDICIÓN GLOBAL
		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16			
3, 5, 10, 12, 13 y 16	Bajo, Medio, Alto	29	31	44	24	24	37	42	33	53	56	34	32	23	32	23	30	546	34	MALO
		Malo	Malo	Regular	Muy malo	Muy malo	Malo	Regular	Malo	Regular	Bueno	Malo	Malo	Muy malo	Malo	Muy malo	Malo			

Fuente: Datos propio

Cuadro N° 69 Reporte de resultados del PCIs por cada unidad de muestra

REPORTE DE RESULTADOS DEL PCI POR CADA UNIDAD DE MUESTRA															
U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16
29	31	44	24	24	37	42	33	53	56	34	32	23	32	23	30
Malo	Malo	Regular	Muy malo	Muy malo	Malo	Regular	Malo	Regular	Bueno	Malo	Malo	Muy malo	Malo	Muy malo	Malo

Fuente: Reporte propio

Gráfico N° 48 Reporte estadístico de la evaluación global final



Fuente: propio

Tabla N° 0 8 Calificación del PCI considerando tres condiciones

PCI	CONDICIÓN	CARACTERÍSTICA
>70	Buena	El pavimento no requiere acción especial solo mantenimiento menor y/o progresivo
40 a 70	Regular	Condición intermedia con acciones recomendables /diferibles
<40	Mala	El pavimento requiere mejoras

Fuente: Innovación método VIZIR (Apolinario Morales)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se reporta luego de las evaluaciones de cada una de las muestras evaluadas y resultados obtenidos a nivel de conclusiones y recomendaciones.

5.1. Conclusiones

- La presencia de patologías en cada unidad muestral son similares, con una incidencia permanente principal de pérdida de áridos en el 95% de la población muestral, ahuellamiento en el 60%, huecos en el 40% y fisuras de bloque en el 60%, con existencia de bacheos hasta del 40% en condiciones regulares a malas, que generan incomodidad durante la

transitabilidad a velocidades mayores a 30 km/hra, determinándose la existencia de una falla funcional acentuada motivo del presente trabajo de investigación en el pavimento flexible del tramo elegido entre las progresivas 0+000 al 0+500 de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho.

- Los cálculos realizados en el presente trabajo de tesis, para la determinación del índice de condición operacional a través del método (PCI), en las 16 unidades muestrales del pavimento flexible de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta y región de Ayacucho, nos ha reportado un valor promedio de $PCI = 34$, clasificándonos como un pavimento en estado de conservación MALO, según la tabla de clasificación de fallas y que para su puesta en operación requiere de permanentes mejoras que generan mayores gastos de mantenimiento para un pavimento cuya vida útil del proyecto ha superado los 15 años de servicio, y cuyos mantenimientos periódicos no se han proyectado con regularidad.
- Las evaluaciones del tramo subsecuente al pavimento evaluado, se encuentran en las mismas condiciones, tal cual algunas otras arterias de la ciudad, con la que se determina la necesidad aplicar evaluaciones de métodos determinísticos para evaluar las condiciones operacionales de los pavimentos flexibles (método PCI), el cual determina las condiciones funcionales de un pavimento en su estado real de servicio.

5.2. Recomendaciones.

- Las cuantificaciones realizadas en el presente trabajo de investigación, permiten conocer las estimaciones promedio del estado funcional del

- pavimento flexible, sin embargo deben ser refrendados por ensayos que ayuden a determinar el origen de las patologías en el paquete estructural.
- Estas evaluaciones deben realizarse de manera periódica, en base a una programación secuencial con frecuencias de 12 meses y elaborar la curva de comportamiento de los pavimentos en la provincia de Huanta, bajo tránsito actual y las posibilidades del incremento de la carga vehicular, a fin de poder organizar el mantenimiento ó renovación de pavimentos.
 - Todo cálculo de evaluación, debe ser tomado como una herramienta indispensable para la toma de decisiones en el mediano plazo y proyectar estudios de inversión para tener la continuidad de generar condiciones de servicialidad óptimas en vías de articulación dentro y fuera de la extensión urbana.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 Ricardo Javier Miranda Rebolledo, Tesis “Deterioros En Pavimentos Flexibles y Rígidos” [Tesis para optar al título de: Ingeniero Constructor]. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile 2010. [seriada en línea] 2010 [citado 2016 abril 25]; [93 paginas]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

2 Eduardo MBA lozano, ing. Ricardo Tabares Gonzáles. Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento Flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio Ciudadela del café- Vía la Badea [Especialización en vías y transporte]. Facultad de Ingeniería y arquitectura. Universidad Nacional de Colombia- Sede Manizales. [seriada en línea] 2005 [citado 2016 agosto 106]; [97 paginas]. <http://www.bdigital.unal.edu.co/743/1/ricardotabaresgonzales.2005.pdf>

3 PhD MSc Ing Guillermo Thenoux Z. Relación entre diagnóstico de la Condición Funcional y Estructural de Pavimentos y la Asignación de Acciones de Conservación y Rehabilitación [Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción]. Pontificia Universidad Católica de Chile. [seriada en línea] 2006 [citado 2016 agosto 21]; [21 paginas]. [file:///D:/Control%20No%201%20\(2\).pdf](file:///D:/Control%20No%201%20(2).pdf)

4 Edwin w. Apolinario Morales. “Innovación del método VIZIR en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras de bajo volumen de tránsito” [Tesis para optar al título de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería de Transportes]. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima –Perú. [seriada en línea] 2012 [citado 2016 Agosto 23]; [145 paginas]. http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1315/1/apolinario_me.pdf

5 Jhessy Elian Camposano Olivera, y Kenny Víctor García Cárdenas, “Diagnóstico del estado situacional de la vía Av. Argentina – Av. 24 de junio por el método: Índice de Condición de Pavimentos” [Tesis para optar al título de Ingeniero Civil]. Facultad de ingeniería. Universidad Peruana Los Andes. Huancayo – Perú [seriada en línea] 2012 [citado 2016 Agosto 23]; [121

paginas]. <http://docplayer.es/9975209-Universidad-peruana-los-andes-facultad-de-ingenieria-carrera-profesional-de-ingenieria-civil.html>.

6 Néstor W. Huamán Guerrero. La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú [Tesis para optar al título de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería de Transportes]. Facultad de Ingeniería Civil Sección de Postgrado. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú. [seriada en línea] 2011 [citado 2016 agosto 20]; [146 paginas]. http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/819/1/huaman_gn.pdf.

7 Diana Delfina Morocho Peña. “Determinación y Evaluación de las Patologías del concreto en la veredas de la urbanización Santa María del Pinar, distrito de Piura, Provincia de Piura, departamento de Piura, Chimbote-2011” [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Escuela profesional de Ingeniería Civil Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Piura-Perú 2011. [seriada en línea] 2011 [citado 2016 Agosto 23]; [56 paginas]. <http://documentslide.com/documents/tesis-diana-veredas-santa-maria.html>.

8 Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla” [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Facultad de Ingeniería. Piura-Perú. [seriada en línea] 2009 [citado 2016 Agosto 22]; [167 paginas]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf?sequence=1.

9 Texto guía de “Pavimentos” [página en internet]. Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad Nacional de San Simón. Bolivia. [seriada en línea] 2004 [citado 2016 Agosto 20]; [644 paginas]. <http://erp.uladech.edu.pe/archivos/03/03012/archivo/001844/2185/00184420121017082508.pdf>.

10 Ronald Mercado, Carlos Bracho y Jorge Avendaño. Módulo de enseñanza. “Emulsiones asfálticas”. Laboratorio de Formulación, Interfases, Reología y Procesos [Cuaderno F.I.R.P. S365-A]. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela. [seriada en línea] 2008 [citado 2016 Agosto 15]; [46 paginas].<http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S365A.pdf>.

11 Carlos Echeverry. Comparación Metodologías Invias y Metodología Mexicana Instituto Mexicano SEDESOL para Evaluación de Condición Superficial de Estructuras de Pavimento [Monografía en internet]. Facultad de Ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá – Colombia. [seriada en línea] 2014 [citado 2016 Agosto 10]; [132 paginas].<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12862/1/DOCUMENTO%20DE%20GRADO.pdf>

12 Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Repositorio Institucional PIRHUA. Universidad de Piura. [seriada en línea] 2009 [citado 2016 mayo 10]; [167 paginas]; disponible en:https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf?sequence1.

13 Maylin Corros B. Ing. Ernesto Urbáez P. Ing. Gustavo Corredor M. “Manual de evaluación de Pavimentos [Maestría en Vías Terrestres Módulo III Diseño de Pavimentos I]. Universidad Nacional de Ingeniería. [seriada en línea] 2009 [citado 2016 Agosto 24]; [248 paginas].<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf>.

14 M5.1. Catálogo de deterioros de Pavimentos Flexibles. Foro para el dialogo y el intercambio fluido de experiencias entre los responsables de carreteras de Iberoamérica y los países ibéricos, Volumen nº 11 [Serie en internet]. Consejo de Directores de Carreteras de Iberia E Iberoamérica. Montreal - México [seriada en línea] 2002 [citado 2016 Agosto 20]; [29 paginas].<http://docplayer.es/5535890-M5-1-catalogo-de-deterioros-de-pavimentos-flexibles.html>.

15 Juan Carlos Miranda A. Inspección de Pavimento – Método PCI. Universidad de Chile. [seriada en línea] 2012 [citado 2016 agosto 15]; [77 paginas]. [file:///D:/DETERIOROS_METODO_PCI_jcm%20\(3\).pdf](file:///D:/DETERIOROS_METODO_PCI_jcm%20(3).pdf).

16 Giomar Erick Romero Rojas. Estudio del Ahuellamiento en la carretera IIRSA Norte, tramo 6, sector óvalo Cáceres-dv. Sullana [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Repositorio Institucional PIRHUA. Universidad de Piura. [seriada en línea] 2012 [citado 2016 agosto 23]; [501 paginas]. <http://erp.uladech.edu.pe/archivos/03/03012/archivo/001844/2185/00184420121017082508.pdf>.

17 Viviana G. Cerón Bermúdez. Evaluación y Comparación de Metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: Museo Quimbaya CRQ Armenia Químbo (PR 00+000 – PR 02+600). Universidad Nacional de Colombia. Manizales-Colombia. [seriada en línea] 2006 [citado 2016 marzo 27]; [97 paginas]. <http://www.bdigital.unal.edu.co/747/1/vivianaceronbermudez.2006.pdf>.

18 NORMA ASTM D 5340. Índice de Condición de Pavimentos en Aeropuertos (PCI) . [seriada en línea] 2004 [citado 2016 Agosto 20]; [21 paginas]. http://alacpa.org/index_archivos/ASTMD5340-MetCalc-PCI-espRev0.pdf.

19 Evert A. Rivera González, Jacqueline Rojas Collado, otros. Medición del pci – tramo carretera norte-entrada a cervecería Curso: “gestión de conservación vial” [Tesis Maestría en vías terrestres]. Managua. Universidad Nacional de Ingeniería UNI-RUPAP- Nicaragua. [seriada en línea] 2011 [citado 2016 agosto 23]; [38 paginas]. <https://claudiarauz.files.wordpress.com/2011/12/pci-trabajo-campo.pdf>.

20 Luis Ricardo Vásquez Varela. Pavement Condition Index (Pci) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras [Especialista en Ingeniería de Pavimentos]. Universidad Nacional de Colombia. [seriada en línea] 2002 [citado 2016 agosto 20]; [90 paginas].<http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>.

ANEXOS

Figura N° 0 ;Error! solo el documento principal.: Ubicación de la población muestral en la Av Carlos la Torre Cortéz

Fuente: propio (2016)

Foto N° ;Error! solo el documento principal. Vista de la unidad de muestra “U1” y “U2”, prog. 0+000 – 0+060.

Fuente: propio (2016)

**Foto N° ;Error! solo el documento principal. Vista de las unidades “U3” al “U6”,
progresivas 0+070 – 0+180**