

**|UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**DETERMINACIÓN DEL ESTADO DEL  
PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LOS  
MÉTODOS VIZIR Y PCI DEL JR. PETRONA  
APOLAYA -CHUPACA-2022**

**PRESENTADO POR:**

Bach. OSCO CUSICUNA, Jormand Carlos

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:  
TRANSPORTE Y URBANISMO**

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

**HUANCAYO – PERÚ  
2022**

## **ASESOR**

-----  
**ING.GONZALES ROJAS CARLOS ALBERTO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme forjado como la  
persona que soy en la actualidad.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, por el esfuerzo compartido de cuidarme, educarme y amarme.



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

*“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”*

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

**CONSTANCIA N° 354**

Que, el (la) bachiller: Bachilleres, Bachiller, **JORMAND CARLOS, OSCO CUSICUNA**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada denominado: **“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LOS MÉTODOS VIZIR Y PCI EN EL JR. PETRONA APOLAYA CHUPACA- 2022”**, la misma que cuenta con **160 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **27%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 22 de Noviembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

-----  
Dr. TAPIA SILGUERA, Rubén Darío  
PRESIDENTE

-----  
Ph. D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED  
JURADO

-----  
MG. JEANNELLE SOFÍA HERRERA MONTES  
JURADO

-----  
MG. GIANCARLO FERNANDO MEZA TERBULLINO  
JURADO

-----  
Ing. UNTIVEROS PEÑALOSA, Leonel  
SECRETARIO DE DOCENTE

# ÍNDICE

PORTADA.....	I
ASESORES.....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS .....	V
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XX
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	22
1.1 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	23
1.1.1 PROBLEMA GENERAL .....	23
1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	23
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	23
1.2.1 PRACTICA O SOCIAL.....	23
1.2.2 CIENTÍFICA O TEÓRICA .....	24
1.2.3 METODOLÓGICA .....	24
1.3 DELIMITACIONES .....	24
1.3.1 ESPACIAL.....	24

1.3.2	TEMPORAL .....	25
1.3.3	ECONÓMICA .....	25
1.4	LIMITACIONES.....	25
1.5	OBJETIVOS.....	26
1.5.1	OBJETIVO GENERAL.....	26
1.5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....		27
2.	MARCO TEÓRICO.....	27
2.1	ANTECEDENTES .....	27
2.1.1	ANTECEDENTES NACIONALES .....	27
2.1.2	ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	33
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	38
2.2.1	CEMENTO ASFALTICO .....	38
2.2.2	MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	38
2.2.3	PAVIMENTO .....	38
2.2.4	TIPOS DE PAVIMENTO.....	39
2.2.5	CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE .....	40
2.2.6	FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	46
2.2.7	CONSERVACIÓN VIAL.....	64
2.2.1	NIVELES DE INTERVENCION EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	68
2.2.2	METODOLOGIA VIZIR INV E 813 .....	68
2.2.3	METODOLOGÍA PCI ASTM D6433.....	69
2.2.4	METODOLOGÍA VIZIR INV E 813 .....	69
2.2.5	METODOLOGÍA PCI ASTM D6433.....	77
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	81

2.3.1	MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	81
2.3.2	PAVIMENTO FLEXIBLE .....	81
2.3.3	FALLAS DEL PAVIMENTO .....	81
2.3.4	NORMA INV E 813 .....	81
2.3.5	NORMA ASTM D6433.....	81
2.3.6	ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is) .....	82
2.3.7	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) .....	82
2.3.8	EVALPAV .....	82
2.3.9	MICROSOFT EXCEL .....	82
2.4	HIPÓTESIS .....	82
2.4.1	HIPÓTESIS GENERAL .....	82
2.4.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	82
2.5	VARIABLES.....	83
2.5.1	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE .....	83
2.5.2	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE .....	83
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....		85
3.	METODOLOGÍA .....	85
3.1	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	85
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	85
3.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	85
3.4	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	86
3.5	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	86
3.5.1	POBLACIÓN.....	86
3.5.2	MUESTRA.....	87
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	87
3.6.1	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	87

3.6.2	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	87
3.7	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	88
3.7.1	MÉTODO VIZIR INV E 813 .....	88
3.7.2	MÉTODO PCI ASTM D6433 .....	88
3.8	TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	88
3.8.1	MÉTODO VIZIR INV E 813 .....	88
3.8.2	MÉTODO PCI ASTM D6433 .....	88
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		89
4.	RESULTADOS.....	89
4.1	METODOLOGÍA VIZIR INV E 813 .....	89
4.1.1	MESURA DEL TRAMO EN ESTUDIO .....	89
4.1.2	CÁLCULO DE LA POBLACIÓN (N).....	90
4.1.3	CÁLCULO DE LA MUESTRA (M).....	91
4.1.4	EVALUACIÓN DE FALLAS .....	91
4.1.5	ÍNDICE DE FISURACIÓN (If) Y DEFORMACION (Id): .....	105
4.1.6	ÍNDICE DEL DETERIORO SUPERFICIAL (Is).....	106
4.1.7	GRAFICO DEL ÍNDICE DE DETERIRO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (Is) .....	108
4.2	METODOLOGÍA PCI ASTM D6433 .....	110
4.2.1	MESURA DEL TRAMO EN ESTUDIO .....	110
4.2.2	CÁLCULO DE LA POBLACIÓN (N).....	111
4.2.3	CÁLCULO DE LA MUESTRA (n) .....	112
4.2.4	INTERVALO DE MUESTREO (i) .....	112
4.2.5	ESQUEMA DE MUESTRO .....	113
4.2.6	EVALUACIÓN DE FALLAS .....	114
4.2.7	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS .....	118

4.2.8	CALCULO DEL NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m).....	122
4.2.9	CALCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC) 122	
4.2.10	CALCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI).....	123
4.2.11	GRAFICO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI).....	124
4.2.12	DIFERENCIAS ENTRE LAS METODOLOGÍAS VIZIR INV E 813 Y PCI ASTM D6433.....	126
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	129
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	129
5.1	ESTADO DEL PAVIMENTO .....	129
5.1.1	MÉTODO VIZIR INV E 813 .....	129
5.1.2	MÉTODO PCI ASTM D6433 .....	134
5.2	ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (IS).....	136
5.3	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).....	137
	CONCLUSIONES .....	140
	RECOMENDACIONES .....	142
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	143
	ANEXOS .....	149
	MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	150
	MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	151
	FORMATO DE EVALUACIÓN DE FALLAS MÉTODO VIZIR INV E 813 .....	152
	FORMATO DE EVALUACIÓN DE FALLAS MÉTODO PCI ASTM D6433 .....	153

PANEL FOTOGRÁFICO.....	154
PLANOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	156

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades de conservación rutinaria .....	65
Tabla 2: Actividades de conservación periódica.....	67
Tabla 3: Clasificación de mantenimiento según VIZIR.....	69
Tabla 4: Niveles de intervención en pavimentos flexibles.....	69
Tabla 5: Deterioros del tipo A.....	71
Tabla 6: Deterioros del tipo B .....	71
Tabla 7: Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A – VIZIR.....	72
Tabla 8: Niveles de gravedad de los deterioros del tipo B – VIZIR .....	72
Tabla 9: Clasificación del estado de superficie del pavimento según VIZIR .....	76
Tabla 10: Calidad de tránsito .....	77
Tabla 11: Niveles de gravedad según método PCI .....	78
Tabla 12: Fallas en pavimentos asfálticos.....	78
Tabla 13 Operacionalización de la variable de caracterización 1 .....	83
Tabla 14: Operacionalización de la variable de caracterización 2.....	84
Tabla 15: Diseño de la investigación .....	86
Tabla 16: Mesura longitudinal del tramo en estudio VIZIR INV E 813 .....	89
Tabla 17: Mesura transversal del tramo en estudio VIZIR INV E 813 .....	89
Tabla 18: Calculo de la población VIZIR INV E 813 .....	91
Tabla 19: Calculo de la muestra VIZIR INV E 813.....	91
Tabla 20: Fallas UM 01 metodología VIZIR.....	91
Tabla 21: Fallas UM 02 metodología VIZIR.....	92
Tabla 22 Fallas UM 03 metodología VIZIR.....	92
Tabla 23: Fallas UM 04 metodología VIZIR.....	92
Tabla 24: Fallas UM 05 metodología VIZIR.....	93
Tabla 25: Fallas UM 06 metodología VIZIR.....	93
Tabla 26 Fallas UM 07 metodología VIZIR .....	93
Tabla 27 Fallas UM 08 metodología VIZIR .....	94
Tabla 28 Fallas UM 09 metodología VIZIR .....	94
Tabla 29: Fallas UM 10 metodología VIZIR .....	94
Tabla 30: Fallas UM 11 metodología VIZIR.....	95
Tabla 31: Fallas UM 12 metodología VIZIR.....	95

Tabla 32: Fallas UM 13 metodología VIZIR.....	96
Tabla 33: Fallas UM 14 metodología VIZIR.....	96
Tabla 34: Fallas UM 15 metodología VIZIR.....	96
Tabla 35: Fallas UM 16 metodología VIZIR.....	97
Tabla 36: Fallas UM 17 metodología VIZIR.....	97
Tabla 37: Fallas UM 18 metodología VIZIR.....	97
Tabla 38: Fallas UM 19 metodología VIZIR.....	98
Tabla 39: Fallas UM 20 metodología VIZIR.....	98
Tabla 40: Fallas UM 21 metodología VIZIR.....	98
Tabla 41: Fallas UM 22 metodología VIZIR.....	99
Tabla 42: Fallas UM 23 metodología VIZIR.....	99
Tabla 43: Fallas UM 24 metodología VIZIR.....	99
Tabla 44: Fallas UM 25 metodología VIZIR.....	100
Tabla 45: Fallas UM 26 metodología VIZIR.....	100
Tabla 46: Fallas UM 27 metodología VIZIR.....	101
Tabla 47: Fallas UM 28 metodología VIZIR.....	101
Tabla 48: Fallas UM 29 metodología VIZIR.....	101
Tabla 49: Fallas UM 30 metodología VIZIR.....	102
Tabla 50: Fallas UM 31 metodología VIZIR.....	102
Tabla 51: Fallas UM 32 metodología VIZIR.....	102
Tabla 52: Fallas UM 33 metodología VIZIR.....	103
Tabla 53: Fallas UM 34 metodología VIZIR.....	103
Tabla 54: Fallas UM 35 metodología VIZIR.....	103
Tabla 55: Fallas UM 36 metodología VIZIR.....	103
Tabla 56: Fallas UM 37 metodología VIZIR.....	104
Tabla 57: Fallas UM 38 metodología VIZIR.....	104
Tabla 58: Fallas UM 39 metodología VIZIR.....	105
Tabla 59: Fallas UM 40 metodología VIZIR.....	105
Tabla 60: Resumen del índice de deterioro superficial (Is) .....	107
Tabla 61: Medura longitudinal del tramo en estudio.....	110
Tabla 62: Medura transversal del tramo en estudio.....	110
Tabla 63: Cálculo de la población (N) .....	111

Tabla 64: Cálculo de la muestra (n) .....	112
Tabla 65: Intervalo de Muestreo (i) .....	113
Tabla 66: Evaluación de fallas unidad de muestra 01 .....	114
Tabla 67: Evaluación de fallas unidad de muestra 02.....	114
Tabla 68: Evaluación de fallas unidad de muestra 03.....	115
Tabla 69: Evaluación de fallas unidad de muestra 04.....	115
Tabla 70: Evaluación de fallas unidad de muestra 05.....	115
Tabla 71: Evaluación de fallas unidad de muestra 06.....	115
Tabla 72: Evaluación de fallas unidad de muestra 07.....	116
Tabla 73: Evaluación de fallas unidad de muestra 08.....	116
Tabla 74: Evaluación de fallas unidad de muestra 09.....	116
Tabla 75: Evaluación de fallas unidad de muestra 10.....	117
Tabla 76: Evaluación de fallas unidad de muestra 11.....	117
Tabla 77: Evaluación de fallas unidad de muestra 12.....	118
Tabla 78: Evaluación de fallas unidad de muestra 13.....	118
Tabla 79: Evaluación de fallas unidad de muestra 14.....	118
Tabla 80: Valores deducidos unidad de muestra 01.....	118
Tabla 81: Tabla 82: Valores deducidos unidad de muestra 02 .....	119
Tabla 83: Tabla 84: Valores deducidos unidad de muestra 03 .....	119
Tabla 85: Tabla 86: Valores deducidos unidad de muestra 04 .....	119
Tabla 87: Tabla 88: Valores deducidos unidad de muestra 05 .....	119
Tabla 89: Tabla 90: Valores deducidos unidad de muestra 06 .....	119
Tabla 91: Valores deducidos unidad de muestra 07.....	120
Tabla 92: Valores deducidos unidad de muestra 08.....	120
Tabla 93: Valores deducidos unidad de muestra 09.....	120
Tabla 94: Valores deducidos unidad de muestra 10.....	120
Tabla 95: Valores deducidos unidad de muestra 11.....	121
Tabla 96: Valores deducidos unidad de muestra 12.....	121
Tabla 97: Valores deducidos unidad de muestra 13.....	121
Tabla 98: Valores deducidos unidad de muestra 14.....	121
Tabla 99: Número máximo de valores deducidos (m).....	122
Tabla 100: Máximo valor deducido corregido (VDC).....	122

Tabla 101: Índice de condición del pavimento flexible (PCI) .....	123
Tabla 103: Tópicos de las metodologías VIZIR INV E 813 y PCI ASTM D6433 .....	127
Tabla 104: Clasificación del Jr. Petrona Apolaya según la metodología VIZIR	129
Tabla 105: Clasificación la carretera Cajabamba – Rio Negro según la metodología VIZIR .....	131
Tabla 106: Clasificación del Jr. Petrona Apolaya según la metodología PCI ....	134
Tabla 107: Clasificación del Jr. Alonso Mercadillo según la metodología PCI .	135
Tabla 108: Índice de deterioro superficial promedio del Jr. Petrona Apolaya....	136
Tabla 109: Índice de deterioro superficial promedio del Jr. Petrona Apolaya....	137
Tabla 110: Índice de deterioro superficial promedio del Jr. Petrona Apolaya....	137
Tabla 111: Índice de deterioro superficial promedio del Jr. Petrona Apolaya....	137

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Condición de la vía sin mantenimiento.....	44
Gráfico 2: Condición de la vía con y sin mantenimiento.....	45
Gráfico 3: Diagrama de flujo del ciclo de vida fatal y deseable .....	46
Gráfico 4: Determinación del índice de deterioro superficial .....	75
Gráfico 5: Índice de deterioro superficial (Is) del Jr. Petrona Apolaya .....	109
Gráfico 6: Esquema de muestreo Jr. Petrona Apolaya.....	114
Gráfico 7: Índice de condición del pavimento flexible (PCI) del Jr. Petrona Apolaya .....	125
Gráfico 8 Flujograma horizontal metodología VIZIR INV E 813.....	126
Gráfico 9: Flujograma horizontal metodología PCI ASTM D6433.....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del Jr. Alonso Mercadillo .....	25
Figura 2: Piel de cocodrilo de alta gravedad .....	47
Figura 3: Exudación de alta gravedad .....	48
Figura 4: Agrietamiento en bloque de alta gravedad .....	49
Figura 5: Abultamientos y hundimientos de alta gravedad.....	50
Figura 6: Corrugación de alta gravedad .....	51
Figura 7: Depresión de alta gravedad.....	52
Figura 8: Grieta de borde de alta gravedad .....	53
Figura 9: Grieta de reflexión de junta de alta gravedad .....	54
Figura 10: Desnivel carril / berma de alta gravedad .....	55
Figura 11: Grietas longitudinales y transversales de alta gravedad .....	56
Figura 12: Parcheo de alta gravedad .....	57
Figura 13: Pulimiento de agregados.....	58
Figura 14: Hueco de alta gravedad.....	59
Figura 15: Cruce de vía férrea de alta gravedad .....	59
Figura 16: Ahuellamiento de alta gravedad .....	60
Figura 17: Ahuellamiento de alta severidad.....	61
Figura 18: Grieta parabólica de alta gravedad .....	62
Figura 19: Hinchamiento.....	63
Figura 20: Desprendimiento de agregados de alta severidad.....	64

## **RESUMEN**

La actual tesis tiene como problema general ¿Cuál es el estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI del Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022? y como objetivo general determinar el estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya – Chupaca – 2022, partiendo para tal fin del supuesto de la hipótesis general que el estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca-2022 son deficiente y colapsado respectivamente.

En el apartado de la metodología, la presente tesis ostenta el método de investigación científico, tipo de investigación aplicado, nivel de investigación explicativo, diseño de investigación pre experimental. La población de la tesis está dividida de la siguiente manera, para el método VIZIR y PCI 40 y 133 unidades de estudio respectivamente, además de ello cuenta con unas muestras para el método VIZIR y PCI de 40 y 14 unidades de estudio respectivamente.

Producto de la investigación se concluyó que el estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022 es regular para ambos métodos, puesto que el Jr. Petrona Apolaya obtuvo un Is promedio igual a 3.00 y un PCI promedio igual a 57.00.

Palabras clave: Pavimento flexible, norma ASTM D6433, norma INV E 813, índice de deterioro (Is), índice de condición del pavimento (PCI), EvalPav, Excel.

## **ABSTRACT**

The current thesis has as a general problem: What is the state of the flexible pavement applying the VIZIR and PCI methods of Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022? and as a general objective to determine the state of the flexible pavement applying the VIZIR and PCI methods in the Jr. Petrona Apolaya - Chupaca - 2022, starting for this purpose from the assumption of the general hypothesis that the state of the flexible pavement applying the VIZIR and PCI methods in the Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022 are deficient and collapsed respectively.

In the methodology section, this thesis shows the scientific research method, type of applied research, explanatory level of research, pre-experimental research design. The population of the thesis is divided as follows, for the VIZIR and PCI method 40 and 133 study units respectively, in addition to this it has samples for the VIZIR and PCI method of 40 and 14 study units respectively.

As a result of the investigation, it was concluded that the state of the flexible pavement applying the VIZIR and PCI methods in the Jr. Petrona Apolaya - Chupaca-2022 is regular for both methods, since the Jr. Petrona Apolaya obtained an average  $I_s$  equal to 3.00 and a Average PCI equal to 57.00.

Keywords: Flexible pavement, ASTM D6433 standard, INV E 813 standard, deterioration index ( $I_s$ ), pavement condition index (PCI), EvalPav, Excel.

## INTRODUCCIÓN

Según (CNN Español, 2018), los países que dominan el ranking de las mejores carreteras de América Latina son Chile y Ecuador, que ocuparon el primer y segundo lugar, respectivamente, mientras que el estado de las carreteras en Paraguay y Haití son el peor del ranking, y por tanto ocupan el penúltimo y último lugar. Perú se ubica en la posición 14 del ranking, lo que indica la calidad de la infraestructura dejando en evidencia que nuestros caminos son muy malos.

En base a la información mencionada líneas atrás el presente trabajo de investigación aborda la problemática de determinar el estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya – Chupaca – 2022, para de esta forma conocer los tópicos funcionales y estructurales que posee la vía, con el fin de lograr los objetivos esperados en la presente investigación se considera estructurar la investigación de la siguiente manera:

Capítulo I: El problema de la investigación que esta referido al planteamiento del problema, formulación del problema general y específicos, justificación, delimitación, limitación y finalmente la formulación del objetivo principal y específicos.

Capitulo II: marco teórico que esta referido a los antecedentes, marco conceptual, definición de términos, hipótesis, y finalmente las variables.

capitulo III: metodología que esta referido a el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra para finalmente terminar en las técnicas e instrumentos de recolección de datos,

Capitulo IV: resultados donde presento los datos obtenidos de forma ordenada y sistemática.

Capitulo V: discusión de resultados en donde contrapongo los datos obtenidos en mi investigación con los datos obtenidos por otros investigadores para validar así mi hipótesis general y específicas.

Finalmente se da por concluida la investigación poniendo a manifiesto las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

# **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Desde su creación como provincia el 5 de enero de 1995 mediante Ley N.º 26428 en el gobierno del presidente Alberto Fujimori, Chupaca es el hogar de 20,341.00 habitantes, esto según el censo nacional de población y vivienda desarrollado el año 2017.

Las principales actividades económicas de la provincia de Chupaca son la agricultura y el turismo los cuales guardan una relación directamente proporcional a la infraestructura vial.

El Jr. Petrona Apolaya es una vía que conecta al distrito de San Juan de Iscos con la capital de la provincia de Chupaca homónima a ella, siendo esta vía de comunicación la más importante para el traslado de los principales productos agrícolas como son la papa, el maíz y el ajo. Además de ello es la principal vía de acceso para los excursionistas que deseen visitar los atractivos turísticos del distrito de San Juan de Iscos poseyendo este como principales destinos turísticos a Alfombrado verde, Museo paleontológico del centro y Ollancuy

Desde la construcción del pavimento flexible en el Jr. Petrona Apolaya aproximadamente en la primera década del año 2000 por parte de la Municipalidad provincial de Chupaca (MPCH), esta vía ha recibido nulo trabajo de rehabilitación y mantenimiento por lo que es necesario conocer el estado actual del pavimento utilizando metodologías de evaluación confiables para tal fin.

La problemática existente en el Jr. Alonso Mercadillo es que esta vía requiere de un estudio que determine el estado actual del pavimento flexible para justificar los

trabajos de rehabilitación y mantenimiento que se podrían dar por parte de la entidad encargada para este fin, por tal motivo utilice dos metodologías siendo estas VIZIR INV E 813 y PCI ASTM D6433.

## **1.1 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1 PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál es el estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI del Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022?

### **1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles es el valor del índice de deterioro superficial  $I_s$  del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022?
- ¿Cuáles es el valor del índice de condición del pavimento PCI del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022?
- ¿Cuáles son las diferencias entre las metodologías de evaluación de pavimentos flexibles VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022?

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

### **1.2.1 PRACTICA O SOCIAL**

Los beneficios que suponen mi investigación hacia la sociedad es la de poder determinar el estado del pavimento flexible en el Jr. Petrona Apolaya utilizando las metodologías VIZIR y PCI con la finalidad de proporcionar un estudio detallado para la toma de decisiones técnicas que supondrán una prolongación en la vida útil del Jr. Petrona Apolaya.

### **1.2.2 CIENTÍFICA O TEÓRICA**

Debido al escaso o nulo trabajo de rehabilitación y mantenimiento por parte de la entidad competente, es más que necesario realizar un diagnóstico del Jr. Petrona Apolaya provincia de Chupaca del estado actual utilizando para tal fin la normativa (INVIAS, 2013) y (ASTM Internacional , 2016).

Las normativas (INVIAS, 2013) y (ASTM Internacional , 2016) constituyen las metodologías más completas para la evaluación y calificación de carreteras dentro de los modelos de gestión vial disponibles en la actualidad. Por tanto, analizare y comparare ambas metodologías para definir que la superioridad de una frente a la otra, apoyándome de las normas que estas metodologías suponen.

### **1.2.3 METODOLÓGICA**

Considerando necesario suministrar a mi investigación una guía rápida de elección entre las metodologías (INVIAS, 2013) y (ASTM Internacional , 2016) elabore la Tabla 103: Tópicos de las metodologías VIZIR INV E 813 y PCI ASTM D6433, con la finalidad de dotar a los futuros investigadores una herramienta que permita direccionar la toma de decisión una por encima de otra, tomando en consideración los aspectos positivos y negativos de ambas metodologías.

## **1.3 DELIMITACIONES**

### **1.3.1 ESPACIAL**

La investigación se desarrollará, en el Jr. Petrona Apolaya, provincia de Chupaca departamento de Junín, que inicia en la intersección con el Jr. Alonso mercadillo y se prolonga hasta la intersección con el Jr.28 de Julio;

cabe destacar que se inicia en el punto A (0+000) y finaliza en el punto B (4+000).

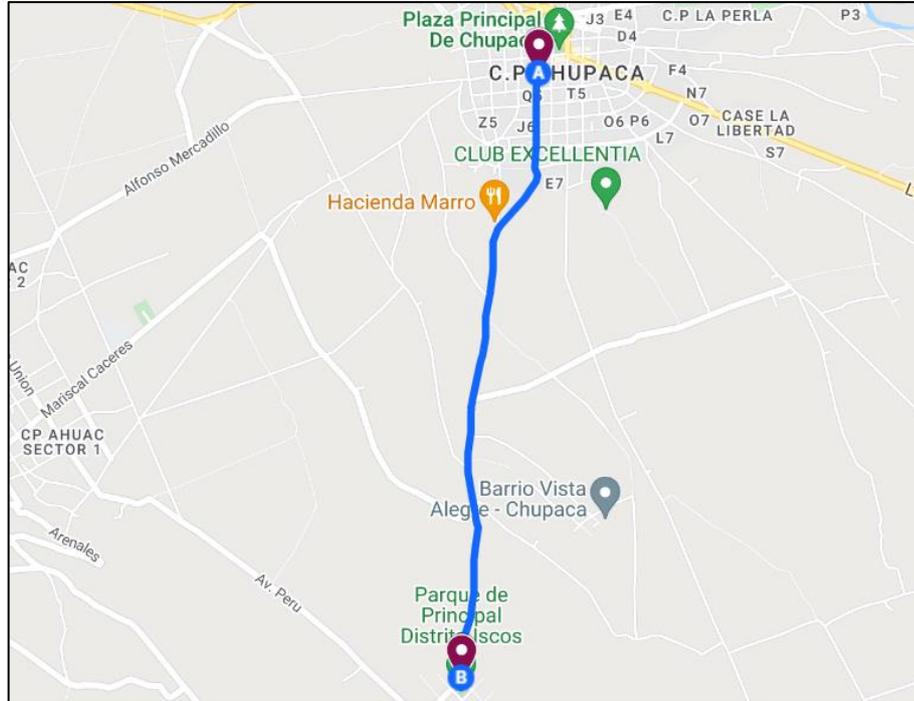


Figura 1: Mapa del Jr. Alonso Mercadillo  
Fuente: (Google Maps, 2022)

### 1.3.2 TEMPORAL

La investigación se inició en el mes de enero y finalizó en el mes de junio del año 2022.

### 1.3.3 ECONÓMICA

El presupuesto invertido para el desarrollo de la investigación asciende a la suma de 10,500.00 soles.

### 1.4 LIMITACIONES

La investigación posee una limitación tecnológica, debido a que existe un equipo llamado Laser Crack Measurement System de procedencia canadiense elaborado por la empresa Pavemetrics que se especializa en sistemas de

visión 3D para la inspección automatizada de la infraestructura de transporte el cual no presta servicios en nuestro medio.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Calcular el valor del índice de deterioro superficial Is del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022.
- Calcular el valor del índice de condición del pavimento PCI del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022.
- Determinar las diferencias entre las metodologías de evaluación de pavimentos flexibles VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

##### **2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES**

- (CHAVEZ MARCATOMA, y otros, 2017) bachiller de la Universidad San Martín de Porras (UNSP) elaboró la tesis denominada Planteamiento de estrategias de rehabilitación del pavimento flexible aplicando la metodología VIZIR, para la optimización de recursos en la avenida 225 (Ventanilla – Lima), promueve la aplicación de la metodología mencionada para determinar la condición de operatividad en que se encuentra la avenida. La metodología empleada fue inductiva y se realizó una inspección visual en campo, para lo cual se llevó a cabo el seccionamiento de la avenida 225, obteniéndose 80 unidades de muestra, y se elaboró formatos de registro en campo con los parámetros de la metodología utilizada. Asimismo, se utilizó el manual del Instituto Nacional de Vías, Instructivo para la inspección visual y la evaluación de los deterioros de los pavimentos asfálticos de carreteras (2008). La problemática de este proyecto se analizó en base al Plan Intermodal de Transporte que presentó el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2007), donde indica que el sistema de transporte aún no puede ser considerado como un sistema integrado y eficiente en su operación, siendo el principal problema

el bajo o nulo mantenimiento de su infraestructura, refiriéndose también a las acciones reactivas para reparar el pavimento dañado, además, en nuestro país no existe un método para clasificar los tipos de fallas, por lo que generalmente se opta por una reconstrucción total de la vía, generando mayores costos y tiempo. El objetivo general de este proyecto es plantear estrategias de rehabilitación en el pavimento flexible, aplicando la metodología VIZIR, para la optimización de los recursos en la avenida 225 (Ventanilla – Lima). Por otro lado, puesta en práctica la hipótesis de solución, se corroboró que, aplicando la metodología VIZIR y planteando estrategias de rehabilitación versus una reconstrucción total de la avenida, se logró optimizar un 44.18% de costo y un 35.00% de tiempo.

- (ARMAS GIL, 2018) bachiller de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) elaboro el trabajo de investigación para obtener el grado académico de ingeniero civil titulado: Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible de la carretera Cajabamba - Río Negro, utilizando el método Vizir.

La presente investigación tuvo como objetivo principal, determinar el estado de conservación de la carretera Cajabamba – Rio Negro, evaluada según la metodología VIZIR. Se realizó el análisis de la vía en mención, evaluando 128 unidades de muestra, para las cuales se evaluó su nivel de gravedad, área afectada y extensión de cada deterioro, con lo cual se obtuvo los índices de fisuración y

deformación correspondientes, con lo que se determinó el índice de deterioro superficial para cada sección; donde se pudo determinar que el 18.75 % de las 128 muestras presentan un estado de conservación BUENO, 62.50 % un estado de conservación REGULAR y el 18.75 % un estado de conservación DEFICIENTE. Se concluyó, que el estado de conservación de la carretera Cajabamba – Rio Negro, según la metodología vizir es REGULAR, representando este estado el 62.50 % de las muestras evaluadas. Se determinó las fallas estructurales y funcionales, estableciéndose al deterioro FISURAS PIEL DE COCODRILO como el más representativo, con un 60.74 % del área estructural afectada; así mismo se estableció al deterioro PERDIDA DE LA PELICULA LIGANTE como el más representativo con un 87.37 % del área funcional afectada. Se estableció las técnicas de rehabilitación adecuadas tanto para deterioros estructurales como funcionales; siendo la técnica SOBRECAPA ESTRUCTURAL la más representativa para el caso de deterioros estructurales con un 77.34 % del área estructural a rehabilitar; para el caso de los deterioros funcionales la técnica más representativa fue el SELLO ARENA ASFALTO con un 46.84 % del área funcional a rehabilitar.

- (MURGA VILLANUEVA, y otros, 2019) bachilleres de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) elaboraron el trabajo de investigación para obtener el grado académico de ingeniero civil titulado: Determinación del estado de conservación superficial del

pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida costa rica y prolongación César Vallejo, Trujillo, el presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo general de investigación conseguir un indicador del estado de condición superficial del pavimento flexible, haciendo uso de los métodos PCI (Índice de Condición del Pavimento) basado en la Norma ASTM D6433-11 y VIZIR, (desarrollado por el Laboratorio Central de Puentes y Carreteras– Francia), donde se realizó un análisis y comparación de sus resultados teniendo en cuenta sus similitudes y diferencias que puedan presentar ambos métodos; basándose en el método del PCI, las muestras estuvieron conformadas por las divisiones de las vías en varios tramos de longitudes de 25.7 m cada uno, que nos dio un total de 28 tramos, 14 de ida y 14 de vuelta las cuales fueron evaluadas. Por lo consiguiente se realizó la evaluación por el método VIZIR donde se tomaron muestras de 100 m dando un total de 48 muestras, 24 de ida y 24 de vuelta. Se recolectaron los datos de las fallas existentes en la vía, como su nivel de severidad y su extensión que estas presentaban según corresponda por cada método, con el apoyo fundamental de los catálogos de las fallas para pavimentos asfálticos de los distintos métodos y con apoyo de los instrumentos de medición, se realizó el procesamiento de datos concluyendo que el estado de conservación de la vía Prolongación César Vallejo y Avenida Costa Rica, mediante el método PCI se obtuvo un 52.06 el cual representa una calificación regular y por el

método VIZIR un 2.25 con una calificación de bueno. De lo cual concluimos que el método PCI es el que determina y clasifica con mayor criterio las fallas observadas.

La metodología utilizada en la investigación es la siguiente: tipo de investigación aplicada con un nivel descriptivo.

- (SUCLUPE NUÑEZ, y otros, 2019) bachilleres de la Universidad Cesar Vallejo (UCV) elaboraron el trabajo de investigación para obtener el grado académico de ingeniero civil titulado: Aplicación de Métodos UAV Y VIZIR en la evaluación del estado superficial del pavimento flexible – Avenida Próceres de Huandoy - Los Olivos, 2019.

La investigación tiene como objetivo general aplicar los métodos UAV y VIZIR en la evaluación del estado del pavimento flexible. El trabajo se desarrolló con el fin de analizar el procedimiento de cada método, conocer cómo influyen las fallas en los mismos y ver como clasifican el pavimento flexible. Este trabajo fue posible gracias al apoyo de dos trabajos de investigación que emplearon ambos métodos en la evaluación superficial del pavimento flexible; como fue en un comienzo nuestra idea y que debido al COVID-19 no se pudieron realizar en la zona indicada en un comienzo. La metodología que se empleo tuvo un enfoque mixto, de tipo aplicada, con un nivel correlacional – causal y un diseño no experimental; teniendo como resultado que para la primera tesis, en el método UAV el tramo evaluado se encontraba en estado REGULAR con un

PCI de 52 y para el método VIZIR con un valor de 3 también presentaba un estado REGULAR; en el caso de la segunda tesis los resultados discreparon, ya que el método UAV, encontró un pavimento en estado POBRE con un PCI de 29 y el método VIZIR determino el mismo en estado BUENO con un valor promedio de 2.

- (RAMOS ORTIZ, 2021) bachiller de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) elaboro el trabajo de investigación para obtener el grado académico de ingeniero civil titulado: Determinación de la Confiabilidad de la Metodología MTC, Comparando las Metodologías Vizir y PCI en Pavimentos Flexibles.

En la presente tesis se pretende validar y sustentar la metodología MTC, al compararla con los métodos PCI y VIZIR, que ya tienen validez y son usadas en varios otros países, para compararlo con estos métodos se utilizaron investigaciones pasadas, las cuales nos brindan material de estudio para nuestra comparación. Las carreteras, tanto del Perú como del mundo, facilita la condición de vida, genera trabajo, y ayuda en la comunicación entre las ciudades o pueblos, la importancia de las carreteras es algo que se debe tomar más en cuenta al momento de calificar el estado y la condición de estas. Se tomarán investigaciones pasadas como referencia, de las cuales se analizarán los tramos por cada unidad de muestra, las fallas consideradas, los índices de condición, y para conocer la validez y la similitud en los resultados entre cada método, se usa la prueba del chi cuadrado para dar validez nuestra hipótesis alterna y rechazar

nuestra hipótesis nula, o viceversa, para cumplir con el objetivo de validar la metodología MTC. Finalmente, se demuestra estadísticamente que el método MTC al compararlo con los métodos VIZIR y PCI, no es confiable por la serie de resultados en los tramos analizados, y se puede concluir que el método PCI presenta resultados más cercanos a la realidad visual del estudio analizado.

### **2.1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

- (ARMIJOS SALINAS, 2009) bachiller de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTL) desarrollo la tesis, para optar por el título profesional de ingeniero civil, titulada: Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja.

El objetivo de la investigación fue establecer la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos de la Av. Manuel Carrión, la calle Marcelino Champagnate y la estación norte del sistema integrado de transporte.

Los resultados de la investigación sugieren que el PCI promedio de Av. Manuel Carrión y la calle Marcelino es de 51.00 y el PCI promedio de la estación norte del sistema integrado de transporte es de 91.00.

La conclusión de la investigación manifiesta que la Av. Manuel Carrión se encuentran en un estado regular del pavimento por tener un PCI promedio de 51.00 indicando una rehabilitación inmediata por lo menos en bacheo de las zonas más críticas mientras que en la estación Norte del Sistema Integrado de Transporte, el PCI presente

es de 91.00, por lo tanto, el estado de la superficie es excelente, pese a esto, ya presenta una degradación temprana de la superficie.

- (GONZÁLES GONZÁLES , 2016) bachiller de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTL) desarrollo la tesis, para optar por el título profesional de ingeniero civil, titulada: Evaluación georeferenciada de la superficie del pavimento de la vía Loja - Zamora, tramo 0+000 - 29+000.

El objetivo de la investigación fue evaluar la superficie de concreto de la vía Loja – Zamora, tramo (0+000 – 29+000), aplicando la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento).

Los resultados obtenidos en la investigación muestran que se evaluó 22 muestras para el tramo de 4 carriles y con 34 muestras para el tramo de 2 carriles. El PCI de la vía de Loja – Zamora, tramo (0+000 – 29+000) es de 90.66 calificando al pavimento en un estado excelente.

Las conclusiones de la investigación sugieren que el índice de condición de pavimento (PCI) promedio, para la Vía Loja – Zamora Tramo 1 (0+000 – 29+000) es de 90.66 lo que equivale dentro de la tabla de rangos de calificación PCI a un estado excelente.

- (COY PINEDA, 2017) ingeniero civil de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG) desarrollo la tesis, para optar por el título de especialista en ingeniería de pavimentos, titulada: Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52A a 53C comparando los métodos VIZIR y PCI.

El objetivo de la investigación fue evaluar y comparar los métodos VIZIR y PCI en un pavimento flexible urbano de la calle 134 entre carreras 52A y 53C.

Los resultados obtenidos en la investigación muestran que para el método PCI el valor promedio es de 65.00, lo que califica todo el tramo evaluado en un estado de bueno y el promedio obtenido por el método VIZIR es un valor de Is de 2.00, lo cual califica el tramo evaluado en un estado bueno.

Las conclusiones de la investigación sugieren que la vía evaluada de La Calle 134 entre cara 52A y 53C, con las metodologías PCI y VIZIR, obtuvieron datos de calificación muy parecidos. Para la evaluación con el método PCI el resultado promedio fue de 0.65, un estado BUENO y para el método VIZIR el índice de deterioro superficial fue de 2.00 que indica un estado BUENO.

- (RUIZ MARTÍNEZ, 2019) ingeniero civil de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG) desarrollo la tesis, para optar por el título de especialista en ingeniería de pavimentos, titulada: Aplicación de metodología de evaluación PCI a pavimento flexible en la localidad de Engativá.

El objetivo de la investigación fue realizar un análisis mediante la metodología de evaluación PCI, en el segmento vial de pavimento flexible del barrio Normandía en la ciudad de Bogotá D.C.

Los resultados obtenidos en la investigación muestran que la unidad de muestra 01 (0+00 – 0+030) tiene un PCI de 31.00 que clasifica al

pavimento como pobre, la unidad de muestra 02 (0+030 – 0+060) obtuvo un PCI de 20.00 lo que indica que el pavimento se clasifica como muy pobre, la unidad de muestra 03 (0+60 – 0+090) obtuvo un PCI de 52 .00 que se clasifica como un pavimento regular, la unidad de muestra 04 obtuvo un PCI de 97.00 que lo clasifica como un pavimento excelente, la unidad de muestra 05 obtuvo un PCI de 48.00 que lo clasifica así como un pavimento regular , la unidad de muestra 06 obtuvo un PCI de 68.00 que lo clasifica así como un pavimento bueno, la unidad de muestra 07 obtuvo un PCI de 69.00 que lo clasifica así como un pavimento bueno, la unidad de muestra 08 obtuvo un PCI de 71.00 que lo clasifica así como un pavimento muy bueno y finalmente la unidad de muestra 09 obtuvo un PCI de 18.00 que lo clasifica así como un pavimento muy pobre

Las conclusiones de la investigación sugieren que dentro de las 9 unidades de muestreo escogidas existen 2 que presentan un valor de PCI menor a 25.00 lo que nos recomienda según las estrategias de intervención adoptadas por el IDU que en estos tramos se debe realizar una reconstrucción ya que su superficie posee afectaciones en más del 75% de su área.

- (URICOECHEA SANDOVAL, y otros, 2020) bachilleres de la Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena (UPCAM) elaboraron la tesis, para optar por el título profesional de ingeniero civil, titulada: Evaluación de deterioros de la capa superficial del pavimento flexible de un (1) km de vía comprendida

desde la calle 16 con carrera 12 con calle 15 y calle 14 hasta calle 11 con calle 12 del municipio de Girardot Cundinamarca.

El objetivo de la investigación fue evaluar funcionalmente el pavimento de las vías comprendidas desde la calle 16 con Carrera 12, La Calle 15 con Carrera 12, Calle 14 con Carrera 12, Carrera 12, Carrera 12 con calle 12, Calle 11b con Calle 12 y Carrera 12 con calle 12 del municipio de Girardot Cundinamarca aplicando la metodología PCI.

Los resultados obtenidos en la investigación mostraron que el Tramo 01 (Calle 16 con Carrera 12) obtuvo un PCI 24.00 que lo clasifica como un pavimento muy malo, el Tramo 02 (Calle 15 con Carrera 12) obtuvo un PCI de 20.00 que lo clasifico como un pavimento muy malo, el Tramo 03 (Calle 14 con Carrera 12) obtuvo un PCI de 7.00 lo cual lo clasifica como un pavimento fallado, el Tramo 04 (Carrera 12) obtuvo un PCI de 27.00 que lo clasifica como un pavimento malo, el Tramo 05 (Carrera 12 con calle 12) obtuvo un PCI de 20.00 que lo clasifica como un pavimento malo, el Tramo 06 (Calle 11b con calle 12) obtuvo un PCI de 7.00 lo que clasifica a este tramo como un pavimento fallado, el Tramo 07 (Calle 11b con calle 12) obtuvo un PCI de 100.00 que lo clasifica así como un pavimento excelente, el Tramo 08 (Calle 11b con calle 12) obtuvo un PCI de 6.00 que lo clasifica como un pavimento fallado, el Tramo 09 (Calle 11b con calle 12) obtuvo un PCI de 8.00 que clasifica lo clasifica como un pavimento fallado y finalmente el Tramo 10.00 (Carrera 12

con calle 12) obtuvo un PCI de 8.00 que lo clasifica como un pavimento fallado.

Las conclusiones de la investigación sugieren que las calles evaluadas en el desarrollo de la tesis tienen un PCI promedio de 23.00 lo que clasifica al pavimento como muy malo.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 CEMENTO ASFALTICO**

“El cemento asfáltico es un material bituminoso aglomerante, de consistencia sólida, utilizado para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente” (MTC, 2014 pág. 324).

### **2.2.2 MEZCLAS ASFÁLTICAS**

“[...] Las mezclas asfálticas son la combinación de agregados pétreos y un ligante asfáltico. Se elaboran normalmente en plantas mezcladoras, pero en algunos casos pueden fabricarse in situ.

Los diversos tipos de mezclas asfálticas están conformadas por agregados pétreos con granulometría y requisitos mínimos de calidad diferentes. Así mismo presentan diferencias en cuanto a su función dentro de la estructura de pavimento y al tipo de material asfáltico o ligante que utilizan” (RONDÓN QUINTANA, y otros, 2015 pág. 37) .

### **2.2.3 PAVIMENTO**

“El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino diseñada para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para

el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura” (MTC, 2013 pág. 24).

#### **2.2.3.1 CAPA DE RODADURA**

“Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito” (MTC, 2013 pág. 24).

#### **2.2.3.2 BASE**

“Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ) o será tratada con asfalto, cal o cemento” (MTC, 2013 pág. 24).

#### **2.2.3.3 SUBBASE**

“Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento” (MTC, 2013 pág. 24).

### **2.2.4 TIPOS DE PAVIMENTO**

#### **2.2.4.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES**

“El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre

capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micropavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente” (MTC, 2013 pág. 24).

#### **2.2.4.2 PAVIMENTOS SEMIRRÍGIDOS**

“El pavimento semirrígido es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados” (MTC, 2013 pág. 24).

#### **2.2.4.3 PAVIMENTOS RÍGIDOS**

“[...] El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos” (MTC, 2013).

#### **2.2.5 CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

“[...] Los caminos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, el tráfico, la gravedad en taludes, etc.

Estos elementos afectan al camino, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo a tal punto que lo puede convertir en intransitable.

El deterioro de un camino es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando luego por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total” (MENENDEZ ACUARIO, 2003 pág. 4).

### **2.2.5.1 CICLO DE VIDA FATAL**

#### **2.2.5.1.1 FASE A CONSTRUCCIÓN**

“Un camino puede ser de construcción sólida o con algunos defectos. De todos modos, entra en servicio apenas se termina la obra, es decir, el día mismo en que se corta la cinta de la inauguración. El camino se encuentra, en ese momento, en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios. (Punto A del gráfico)” (MENENDEZ ACUARIO, 2003 pág. 5).

#### **2.2.5.1.2 FASE B DETERIORO LENTO Y POCO VISIBLE**

“[...] Durante un cierto número de años, el camino va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque, en menor grado, también en el resto de su estructura. Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por él, aunque también por la influencia del clima, del agua de

las lluvias o aguas superficiales y otros factores. Por otro lado, la velocidad del desgaste depende también de la calidad de la construcción inicial.

Para disminuir el proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en la superficie de rodadura y en las obras de drenaje, además de efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento. Si no se efectúan, la vida útil del camino se reduce sustancialmente.

Durante la fase B (ver gráfico), el camino se mantiene en aparente buen estado y el usuario no percibe el desgaste, a pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas. El camino sigue sirviendo bien a los usuarios y está en condiciones de ser conservado en el pleno sentido del término” (MENENDEZ ACUARIO, 2003 pág. 5).

#### **2.2.5.1.3 FASE C DETERIORO ACELERADO**

“Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos del camino están cada vez más “agotados”; el camino entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular (ver gráfico). Al inicio de esta fase, la estructura básica del camino aún sigue intacta y la percepción de los usuarios es que el camino se mantiene bastante sólido; sin embargo, no es así. Avanzando más en la fase C, se pueden observar cada vez más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, lo cual, lamentablemente, no es visible. En otras palabras, cuando la superficie de rodadura presenta fallas graves que pueden verse a simple vista, es posible asegurar que la estructura básica del camino está siendo seriamente dañada.

Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte del camino. Esta fase es relativamente corta, ya que una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada” (MENENDEZ ACUARIO, 2003 pág. 6).

#### **2.2.5.1.4 FASE D DESCOMPOSICIÓN TOTAL**

“La descomposición total del camino constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este período el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida a sólo una fracción de la original. Los vehículos comienzan a experimentar daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis. En general, los costos de operación de los vehículos suben de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta. Los automóviles ya no pueden circular y sólo transitan algunos camiones y vehículos especiales” (MENENDEZ ACUARIO, 2003 pág. 6).

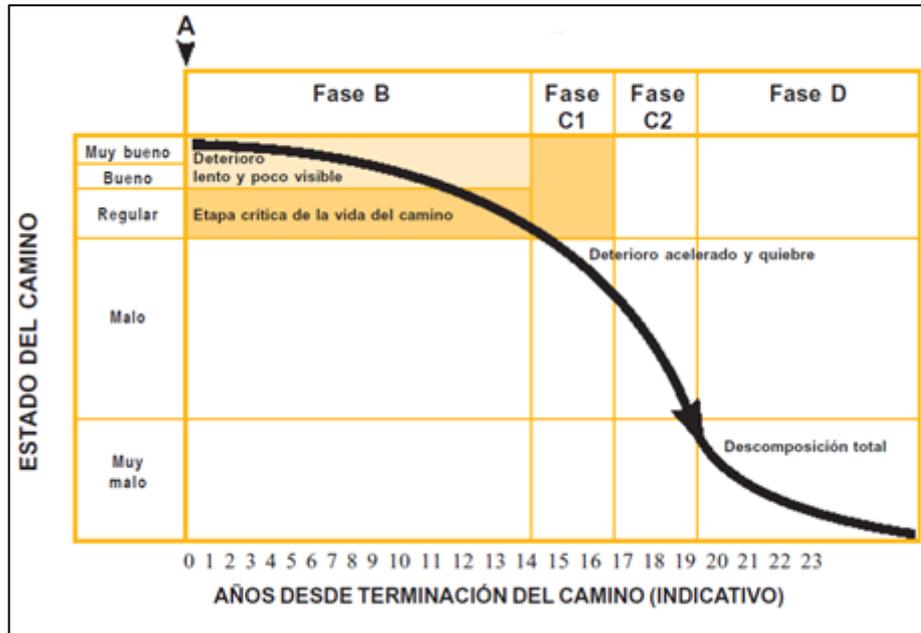


Gráfico 1: Condición de la vía sin mantenimiento  
Fuente: (MENENDEZ ACUARIO, 2003)

### 2.2.5.2 CICLO DE VIDA DESEABLE

“El proceso de ciclo de vida sin mantenimiento se le puede denominar “fatal”, porque conduce al deterioro total del camino, pero con la aplicación de un sistema de mantenimiento adecuado se puede llegar a mantener el camino dentro de un rango de deterioro aceptable, tal como se aprecia en la siguiente figura” (MENENDEZ ACUARIO, 2003 pág. 6).

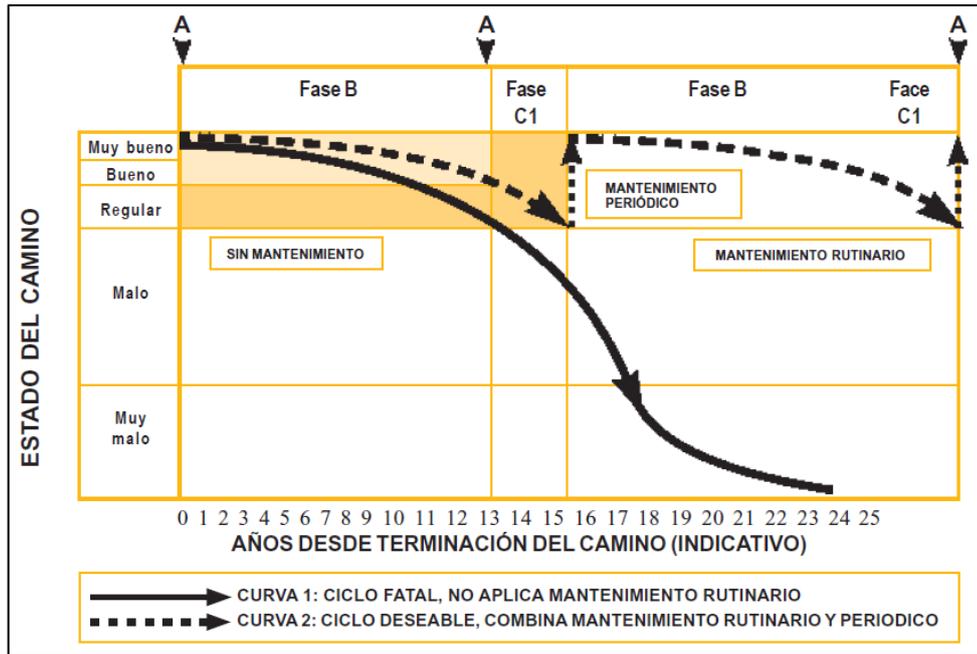


Gráfico 2: Condición de la vía con y sin mantenimiento  
 Fuente: (MENENDEZ ACUARIO, 2003)

“El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso que sigue un camino sin mantenimiento y otro con mantenimiento, en el que podemos apreciar que la falta de mantenimiento permanente conduce inevitablemente al deterioro total del camino, mientras que la atención constante del mismo mediante el mantenimiento rutinario, sólo requiere, cada cierto tiempo, trabajos de mantenimiento periódico” (MENENDEZ ACUARIO, 2003 pág. 7).

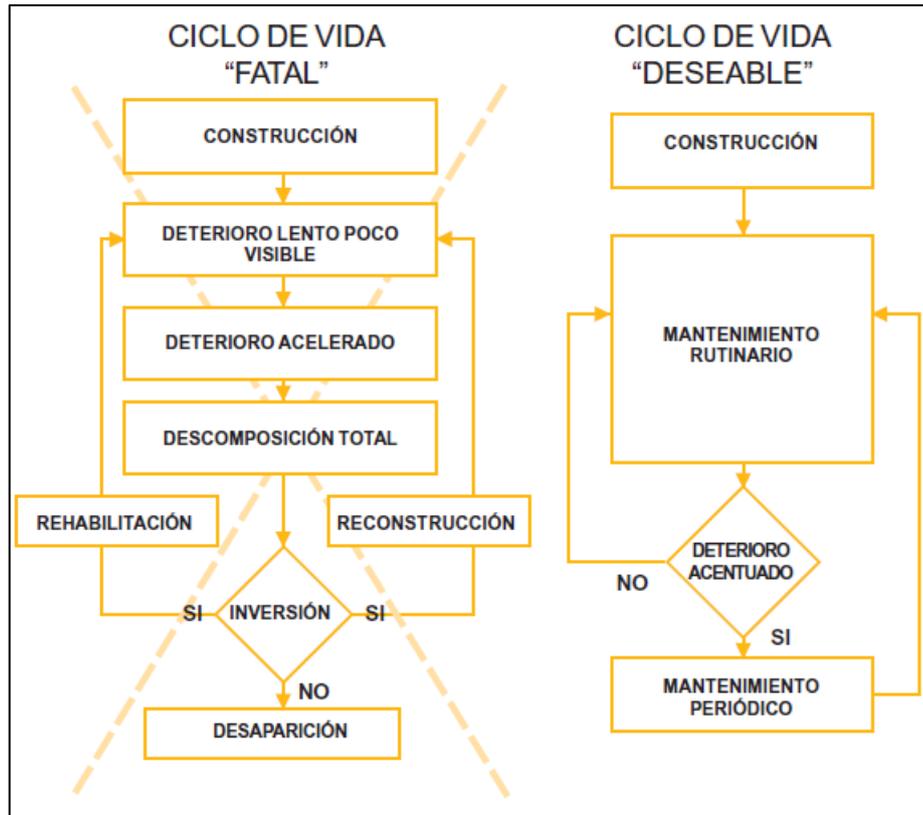


Gráfico 3: Diagrama de flujo del ciclo de vida fatal y deseable  
 Fuente: (MENENDEZ ACUARIO, 2003)

## 2.2.6 FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE

### 2.2.6.1 PIEL DE COCODRILO

“[...] El agrietamiento por fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas causadas por fallas por fatiga de la superficie de concreto asfáltico bajo cargas de tráfico repetidas. El agrietamiento comienza en la parte inferior de la superficie de asfalto, o base estabilizada, donde la tensión de tracción y la deformación son más altas bajo la carga de una rueda. Las grietas se propagan a la superficie inicialmente como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de una carga de tráfico repetida, las grietas se conectan, formando muchas piezas de lados y ángulos afilados que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o la piel de un

cocodrilo. Las piezas son generalmente de menos de 0,5 m (1,5 pies) en el lado más largo. El agrietamiento por fatiga o piel de cocodrilo ocurre solo en áreas sujetas a cargas de tráfico repetidas, como los caminos de las ruedas” (ASTM Internacional , 2016 pág. 11).



*Figura 2: Piel de cocodrilo de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.2 EXUDACIÓN**

“La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento que crea una superficie brillante y reflectante como el vidrio que generalmente se vuelve bastante pegajosa. La exudación es causada por cantidades excesivas de cemento asfáltico o alquitrán en la mezcla, aplicación excesiva de un sellador bituminoso o bajo contenido de vacíos de aire, o una combinación de los mismos. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla durante el clima cálido y luego se expande sobre la superficie del pavimento. Dado que el proceso de exudación no es reversible durante el

clima frío, el asfalto o el alquitrán se acumularán en la superficie” (ASTM Internacional , 2016 pág. 12).



*Figura 3: Exudación de alta gravedad  
(ASTM Internacional , 2016)*

### **2.2.6.3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE**

“[...] El agrietamiento en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en piezas aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño desde aproximadamente 0,3 por 0,3 m (1 por 1 pie) hasta 3 por 3 m (10 por 10 pies). El agrietamiento en bloque es causado principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos diarios de temperatura, lo que resulta en ciclos diarios de tensión / deformación. No está asociado a la carga. El agrietamiento en bloque generalmente indica que

el asfalto se ha endurecido significativamente. El agrietamiento en bloque ocurre normalmente en una gran parte del área del pavimento, pero a veces ocurre solo en áreas sin tráfico” (ASTM Internacional , 2016 pág. 12).



*Figura 4: Agrietamiento en bloque de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.4 ABULTAMIENTOS Y ABULTAMIENTOS**

“Los abultamientos son pequeños desplazamientos localizados hacia arriba de la superficie del pavimento. Los abultamientos, pueden ser causados por varios factores, que incluyen: pandeo o abombamiento de losas de PCC subyacentes en el revestimiento de AC sobre pavimento de PCC, subida de escarcha (hielo, crecimiento del cristalino), infiltración y acumulación de material en una grieta en combinación con carga de tráfico (a veces llamado "carpa").

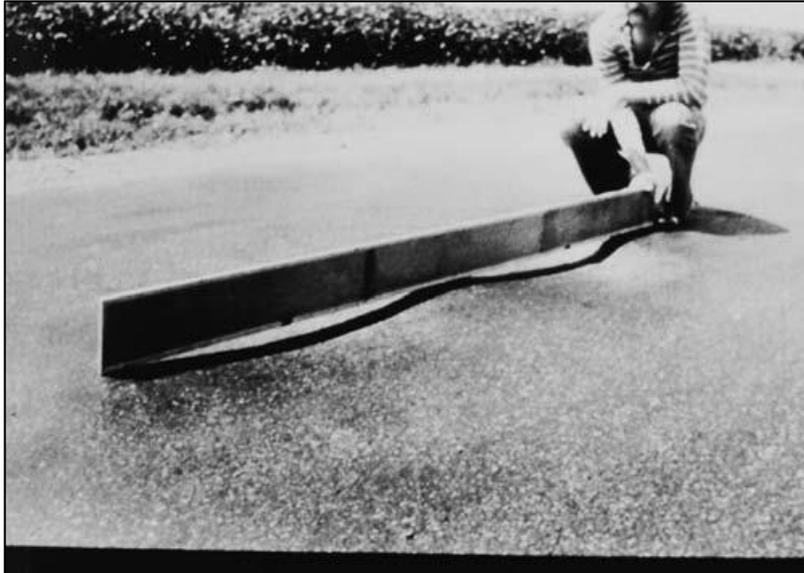
Los hundimientos son pequeños desplazamientos abruptos hacia abajo de la superficie del pavimento” (ASTM Internacional , 2016 pág. 14).



*Figura 5: Abultamientos y hundimientos de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.5 CORRUGACIÓN**

“Conocido también como “Washboarding”, es una serie de crestas y valles (ondulaciones) estrechamente espaciados que ocurren a intervalos bastante regulares, generalmente menos de 3 m (10 pies) a lo largo del pavimento. Las crestas son perpendiculares a la dirección del tráfico. Este tipo de falla generalmente es causado por la acción del tráfico combinada con una superficie o base de pavimento inestable” (ASTM Internacional , 2016 pág. 14).



*Figura 6: Corrugación de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.6 DEPRESIÓN**

“Las depresiones son áreas de superficie de pavimento localizadas con elevaciones ligeramente más bajas que las del pavimento circundante. En muchos casos, las depresiones leves no se notan hasta después de una lluvia, cuando el agua encharcada crea un área de "pileta para pájaros"; en pavimento seco, las depresiones se pueden detectar buscando manchas causadas por el agua estancada. Las depresiones se crean por asentamiento del suelo de cimentación o son el resultado de una construcción inadecuada. Las depresiones causan cierta aspereza y, cuando son lo suficientemente profundas o están llenas de agua, pueden causar hidroplaneo” (ASTM Internacional , 2016 pág. 15).



*Figura 7: Depresión de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.7 GRIETA DE BORDE**

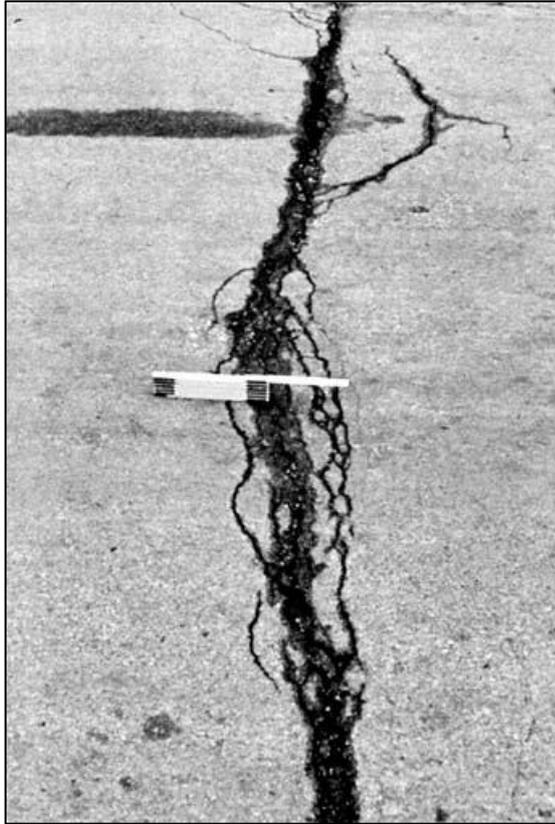
“[...] Las grietas de borde son paralelas y usualmente están dentro de 0.3 a 0.5 m (1 a 1.5 pies) del borde exterior del pavimento. Esta falla se acelera por la carga del tráfico y puede ser causada por una base o subrasante debilitada por las heladas cerca del borde del pavimento” (ASTM Internacional , 2016 pág. 16).



*Figura 8: Grieta de borde de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.8 GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA**

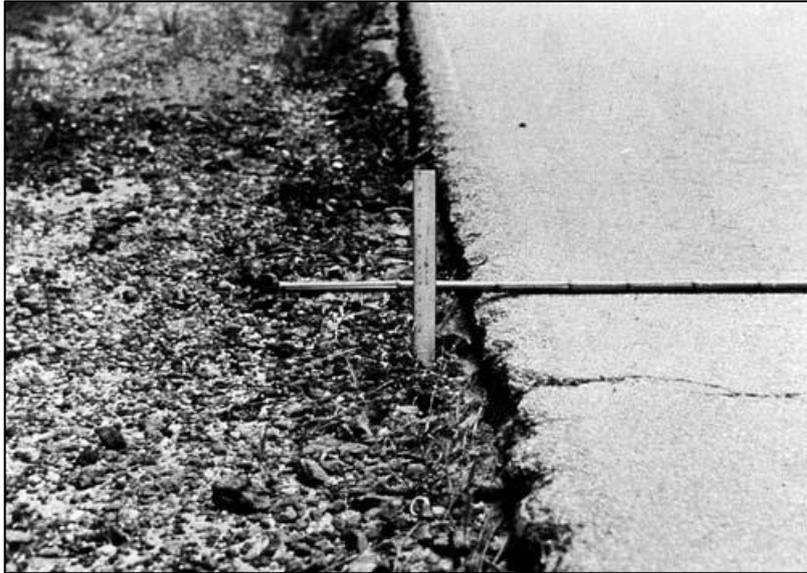
“[...] Esta falla ocurre solo en pavimentos con superficie asfaltada que se han colocado sobre una losa de PCC. No incluye fisuras por reflexión de cualquier otro tipo de base, es decir, estabilizada con cemento o cal; estas grietas son causadas principalmente por el movimiento térmico o inducido por la humedad de la losa de PCC debajo de la superficie de AC. Esta falla no está relacionada con la carga; sin embargo, la carga de tráfico puede causar una ruptura de la superficie de AC cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de una grieta, se dice que la grieta está astillada. El conocimiento de la dimensión de la losa debajo de la superficie de AC ayudará a identificar estas fallas” (ASTM Internacional , 2016 pág. 16).



*Figura 9: Grieta de reflexión de junta de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.9 DESNIVEL CARRIL / BERMA**

“El desnivel de carril / berma es una diferencia de elevación 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 construcción de la calzada sin ajustar el nivel de la berma” (ASTM Internacional , 2016 pág. 17).



*Figura 10: Desnivel carril / berma de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES**

“Las grietas longitudinales son paralelas a la línea central del pavimento o la dirección de colocación. Pueden ser causadas por: una junta de carril de pavimentación mal construida, contracción de la superficie de AC debido a bajas temperaturas o endurecimiento del asfalto, o ciclos diarios de temperatura, o ambos finalmente una grieta reflectante puede ser causada por grietas debajo de la capa superficial, incluidas las grietas en losas de PCC, pero no las juntas de PCC.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en aproximadamente ángulos rectos con la línea central del pavimento o la dirección de colocación. Estos tipos de grietas no suelen estar asociados a cargas” (ASTM Internacional , 2016 pág. 17).



*Figura 11: Grietas longitudinales y transversales de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.11 PARCHEO**

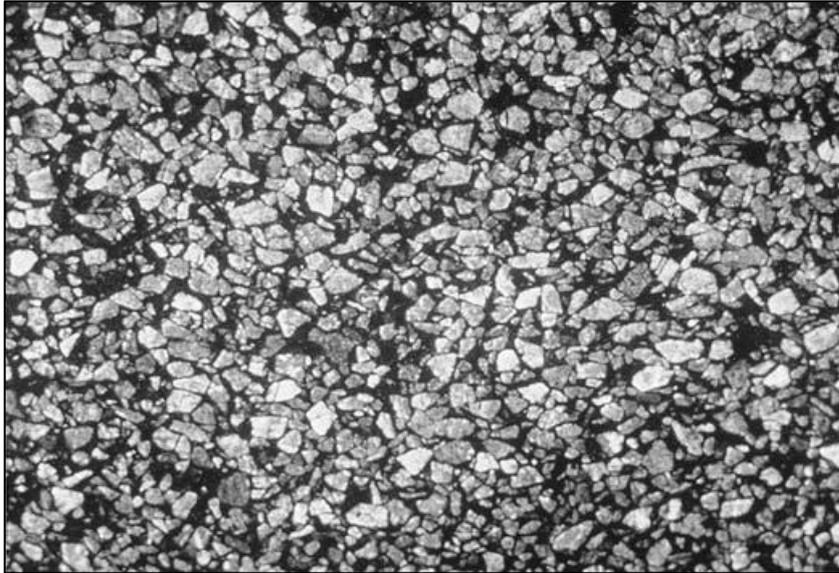
“Un parche es un área de pavimento que se ha reemplazado con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto sin importar qué tan bien se esté desempeñando (un área parcheada o un área adyacente generalmente no funciona tan bien como una sección de pavimento original). Generalmente, cierta aspereza se asocia con esta falla” (ASTM Internacional , 2016 pág. 18).



*Figura 12: Parcheo de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.12 PULIMIENTO DE AGREGADOS**

“Esta falla es causada por aplicaciones repetidas de tráfico. El agregado pulido está presente cuando en un examen detenido de un pavimento revela que la porción de agregado que se extiende por encima del asfalto es muy pequeña o que no hay partículas de agregado rugosas o angulares que proporcionen una buena resistencia al deslizamiento. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con los neumáticos del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que se extiende por encima de la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El agregado pulido debe contarse cuando un examen minucioso revela que el agregado que se extiende por encima del asfalto es insignificante y que el agregado de la superficie es suave al tacto” (ASTM Internacional , 2016 pág. 19).



*Figura 13: Pulimiento de agregados  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.13 HUECOS**

“[...] Los huecos son pequeños, generalmente de menos de 750 mm (30 pulgadas) de diámetro, depresiones en forma de cuenco en la superficie del pavimento. Generalmente tienen bordes afilados y lados verticales cerca de la parte superior del agujero” (ASTM Internacional , 2016 pág. 19).



*Figura 14: Hueco de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.14 CRUCE DE VÍA FÉRREA**

“Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles” (ASTM Internacional , 2016 pág. 20).



*Figura 15: Cruce de vía férrea de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

### 2.2.6.15 AHUELLAMIENTO

“El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las trayectorias de las ruedas. La elevación del pavimento puede ocurrir a lo largo de los lados del surco, pero, en muchos casos, los surcos se notan solo después de una lluvia cuando los caminos están llenos de agua. El surco proviene de una deformación permanente en cualquiera de las capas o subrasantes del pavimento, generalmente causado por el movimiento consolidado o lateral de los materiales debido a la carga del tráfico” (ASTM Internacional , 2016 pág. 20).



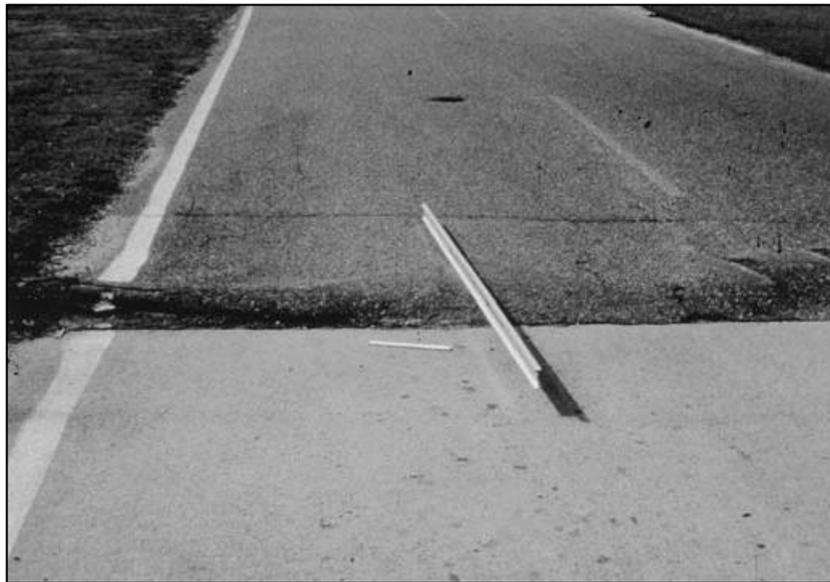
*Figura 16: Ahuellamiento de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

### 2.2.6.16 DESPLAZAMIENTO

“El desplazamiento longitudinal permanente de un área localizada de la superficie del pavimento es causado por la carga del tráfico. Cuando el tráfico empuja contra el pavimento, produce una ola corta y abrupta en la superficie

del pavimento. Este deterioro ocurre normalmente sólo en pavimentos de mezcla de asfalto líquido inestable (cutback o emulsión).

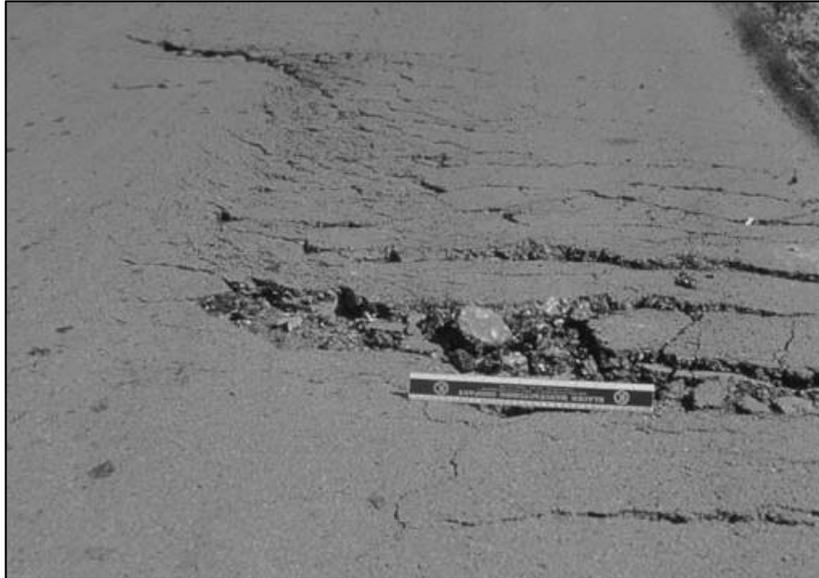
Los desplazamientos también ocurren donde los pavimentos de asfalto colindan con los pavimentos de PCC. Los pavimentos de PCC aumentan de longitud y empujan el pavimento asfáltico, provocando el desplazamiento” (ASTM Internacional , 2016 pág. 21).



*Figura 17: Ahuellamiento de alta severidad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.17 GRIETA PARABÓLICA**

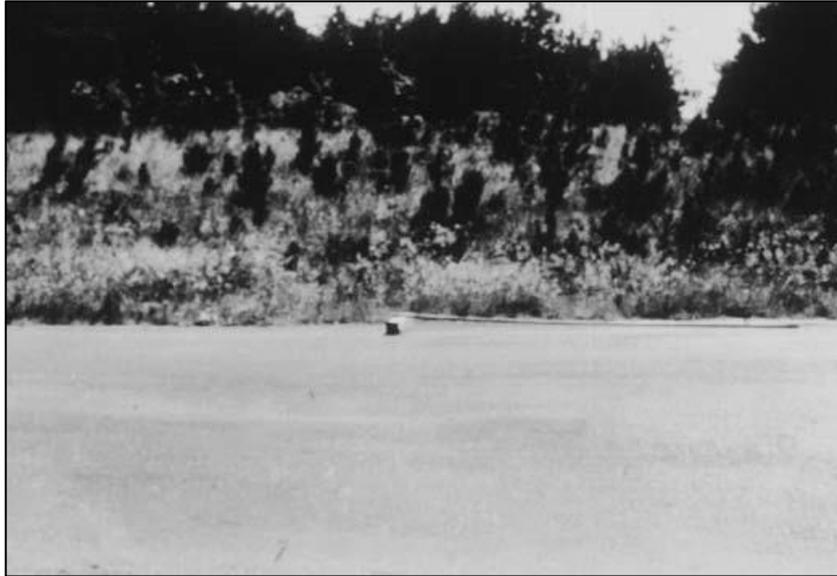
“Las grietas parabólicas son grietas en forma de luna o media luna, generalmente transversales a la dirección de desplazamiento. Se producen cuando las ruedas al frenar o girar hacen que la superficie del pavimento se deslice o deforme. Esta falla generalmente ocurre en superposiciones cuando hay una mala unión entre la superficie y la siguiente capa de la estructura del pavimento” (ASTM Internacional , 2016 pág. 22).



*Figura 18: Grieta parabólica de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.18 HINCHAMIENTO**

“[...] El hinchamiento se caracteriza por un abultamiento hacia arriba en la superficie del pavimento, una ola larga y gradual de más de 3 m (10 pies) de largo. El hinchamiento puede ir acompañada de grietas en la superficie. Esta falla generalmente es causada por la acción de las heladas en la subrasante o por la hinchazón del suelo” (ASTM Internacional , 2016 pág. 22).



*Figura 19: Hinchamiento*  
*Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **2.2.6.19 DESPRENDIMIENTOS DE AGREGADOS**

“[...] La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento” (ASTM Internacional , 2016 pág. 23).



*Figura 20: Desprendimiento de agregados de alta severidad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

### **2.2.7 CONSERVACIÓN VIAL**

“Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica” (MTC, 2013 pág. 13).

#### **2.2.7.1 CONSERVACIÓN RUTINARIA**

“Consiste en la reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura; en la nivelación de la misma y de las bermas; en el mantenimiento regular de los sistemas de drenaje (zanjas, cunetas, etc.), de los taludes laterales, de los bordes y otros elementos accesorios de las vías; en el control del polvo y de la vegetación; la limpieza de las zonas de descanso y de los dispositivos de señalización. Se aplica con regularidad una o más

veces al año, dependiendo de las condiciones específicas de la vía”

(MENENDEZ ACUARIO, 2003 pág. 8).

Tabla 1: Actividades de conservación rutinaria

Fuente: (MTC, 2018)

Ítem	Actividad	Descripción	Objetivo	Medición
01	Sellado de fisuras y grietas en calzada	El sello de fisuras (aberturas iguales o menores a 3 mm) y de grietas (aberturas mayores a 3mm) consiste en la colocación de materiales especiales sobre o dentro de las fisuras o en realizar el relleno con materiales especiales dentro de las grietas del pavimento de la vía, incluyendo las correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos	El objetivo del sello de fisuras y de grietas es impedir la entrada de agua y la de materiales incompresibles como piedras o materiales duros dentro de ellas y, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches	m
02	Sellado de fisuras y grietas en bermas	El sello de fisuras (aberturas iguales o menores a 3 mm) y de grietas (aberturas mayores a 3mm) consiste en la colocación de materiales especiales sobre o dentro de las fisuras o en realizar el relleno con materiales especiales dentro de las grietas del pavimento de la vía, incluyendo las correspondientes a los puentes y demás elementos	El objetivo del sello de fisuras y de grietas es impedir la entrada de agua y la de materiales incompresibles como piedras o materiales duros dentro de ellas y, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches	m
03	Parchado superficial en calzada	Este trabajo consiste en la reparación de baches en la capa de rodadura del pavimento de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos. Esta actividad es una de las más difundidas técnicamente en la conservación de pavimentos flexibles. El parchado superficial comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la superficie de rodadura, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás capas de suelos	El objetivo del parchado superficial es recuperar las condiciones para una adecuada circulación vehicular. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento.	m <sup>2</sup>
04	Parchado profundo en calzada	El parchado profundo consiste en la reparación, bacheo o reemplazo de una parte severamente deteriorada de la estructura del pavimento flexible, cuando el daño afecte tanto a la o las capas asfálticas, como parte de la base y/o subbase de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos	El objetivo del parchado profundo es recuperar las condiciones estructurales y superficiales para una adecuada circulación vehicular. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento.	m <sup>2</sup>

05	Bacheo de bermas con material granular	La actividad se refiere a la reparación de bermas granulares no pavimentadas, que se encuentren desniveladas respecto del borde del pavimento, que estén deformadas o cuya geometría no se ajuste a un plano liso con una pendiente uniforme y adecuada	El objetivo es recuperar las condiciones de seguridad para los usuarios, pues un desnivel entre la calzada y la berma es peligroso para la estabilidad de algún vehículo que ocasionalmente pueda salir de la pista de circulación, en especial si debe hacerlo a cierta velocidad. En este sentido, se considera inseguro un desnivel mayor de 40 mm. Esta condición también afecta negativamente al pavimento ya que lo deja sin confinamiento lateral, lo que origina la aparición de grietas en forma de media luna en el borde de la calzada	m2
06	Nivelación de bermas con material granular	Esta actividad consiste en la nivelación de bermas granulares no pavimentadas, que se encuentren desniveladas respecto del borde del pavimento, que estén deformadas o cuya geometría no se ajuste a un plano liso con una pendiente uniforme y adecuada, con o sin aporte de material	El objetivo es recuperar las condiciones de seguridad para los usuarios, pues un desnivel entre la calzada y la berma es peligroso para la estabilidad de algún vehículo que ocasionalmente pueda salir de la pista de circulación, en especial si debe hacerlo a cierta velocidad. En este sentido, se considera inseguro un desnivel mayor de 40 mm. Esta condición también afecta negativamente al pavimento ya que lo deja sin confinamiento lateral, lo que origina la aparición de grietas en forma de media luna en el borde de la calzada	m2
07	Parchado superficial de bermas con tratamiento asfáltico	Este trabajo consiste en la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura asfáltica, encontrándose en buenas condiciones la base granular y las demás capas de suelos. Esta actividad de ser el caso, también comprende a los túneles, puentes y demás elementos de la vía.	-	m2
08	Parchado profundo de bermas con tratamiento asfáltico	Este trabajo consiste en la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas o cuando el daño afecte tanto a la capa asfáltica como a la base y subbase granular. Esta actividad de ser el caso, también comprende a los túneles, puentes y demás elementos de la vía.	-	m2

### 2.2.7.2 CONSERVACIÓN PERIÓDICA

“[...] Aunque este concepto puede inducir a error, pues todas las actividades de conservación son periódicas, es decir que deben ser repetidas cada cierto tiempo, se ha optado por la utilización de este término, pues se diferencia del mantenimiento rutinario en que las actividades “periódicas” se realizan cada cierto número de años. Se aplica generalmente al tratamiento y renovación de la superficie de la vía.

El tratamiento de superficie se orienta a restablecer algunas características de la superficie de rodadura, sin constituirse en un refuerzo estructural. Entre sus características está la de preservar en buena forma la textura de la superficie de rodadura, de manera que asegure la integridad estructural del camino por un tiempo más prolongado y evite su destrucción” (MENENDEZ ACUARIO, 2003 pág. 9).

*Tabla 2: Actividades de conservación periódica  
Fuente: (MTC, 2018)*

Ítem	Actividad	Descripción	Objetivo	Medición
01	Sellos asfálticos	Este trabajo consiste en la ejecución de riegos asfálticos, sobre la superficie de rodadura de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos, los cuales consisten en riegos con emulsión, lechada asfáltica, sellos arena-asfalto y tratamiento superficial simple o monocapa.	El objetivo es recuperar las condiciones superficiales de calzadas desgastadas o pulidas y, de esta manera, contribuir a una adecuada circulación vehicular. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento. En este sentido, las técnicas de sellado asfáltico tienen por finalidad aplicar medidas que pueden ser preventivas, correctivas o ambas.	m2
02	Recapeos asfálticos	Este trabajo consiste en la colocación de una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de rodadura de un pavimento de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos	El objetivo es recuperar las condiciones estructurales y superficiales del pavimento, para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía.	m2

03	Fresado de carpeta asfáltica	Este trabajo consiste en cortar total o parcialmente la capa de rodadura del pavimento de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos, de acuerdo a las especificaciones técnicas y de conformidad con el proyecto	El objetivo del fresado es la recuperación de las condiciones estructurales y superficiales del pavimento para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad y comodidad.	m2
04	Microfresado de carpeta asfáltica	Este trabajo consiste en cortar superficialmente la capa de rodadura del pavimento de la vía, incluyendo los correspondientes a los túneles, puentes y demás elementos, de acuerdo a las especificaciones técnicas y de conformidad con el proyecto. También se le denomina cepillado superficial (diamond grinding)	El objetivo es corregir las irregularidades que presente la superficie de rodadura, con la finalidad de recuperar las condiciones estructurales y superficiales del pavimento para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad y comodidad.	m2
05	Reconformación de base granular en bermas	Este trabajo consiste en escarificar, conformar, nivelar y compactar la base granular existente, con o sin aporte de nuevo material.	El objetivo es recuperar las dimensiones, cotas y alineamientos de la berma, a fin de que la plataforma de la vía tenga un funcionamiento adecuado para el tránsito vehicular	m2
06	Imprimación reforzada en bermas con material granular	Este trabajo consiste en la aplicación de un riego asfáltico reforzado con una capa de arena, sobre la superficie de la berma preparada, con el objetivo de proteger la base granular de la berma.	-	m2
07	Nivelación de bermas con mezcla asfáltica	Esta actividad consiste en la nivelación de bermas con mezclas asfálticas, con la finalidad de corregir los desniveles con respecto del borde del pavimento, deformaciones o cuando la geometría no se ajusta a un plano liso con una pendiente uniforme y adecuada, a fin de recuperar las condiciones de seguridad para los usuarios. Esta actividad, de ser el caso, se ejecutará en túneles, puentes y otros elementos de la vía.	-	m2

### **2.2.1 NIVELES DE INTERVENCION EN LOS PAVIMENTOS**

#### **FLEXIBLES**

### **2.2.2 METODOLOGIA VIZIR INV E 813**

La clasificación de mantenimiento en pavimentos flexibles para el método

Vizir fue obtenida de la tesis de grado del hasta entonces bachiller (VALER

BRAVO, 2019) de la Universidad Peruana los Andes (UPLA), el cual presento a continuación a manera de tabla

*Tabla 3: Clasificación de mantenimiento según VIZIR  
Fuente: (VALER BRAVO, 2019)*

Rango	Clasificación	Intervención
1 - 2	Bueno	Mantenimiento rutinario
3 - 4	Regular	Rehabilitación
5 - 7	Deficiente	Reconstrucción

### 2.2.3 METODOLOGÍA PCI ASTM D6433

Los niveles de intervención en pavimentos flexibles fueron obtenidos en el curso dictado por el doc. (ZABALA ASCAÑO, 2020), quien es el creador del software EvalPav. Se presenta a continuación mencionados niveles de intervención:

*Tabla 4: Niveles de intervención en pavimentos flexibles  
Fuente: (ZABALA ASCAÑO, 2020)*

Clasificación	Rango del PCI		Color	Intervención
Excelente	86	100		Actividades de conservación rutinaria
Muy bueno	71	85		
Bueno	56	70		Actividades de conservación periódica
Regular	41	55		
Pobre	26	40		Reconstrucción
Muy pobre	11	25		
Colapsado	0	10		

### 2.2.4 METODOLOGÍA VIZIR INV E 813

“El origen de la palabra VIZIR se define en sus siglas en francés “Visión Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque” o preferible interpretarlo como “Inspección Visual de Daños en carreteras”, esta metodología tiene como objetivo determinar la condición superficial de las vías así mismo en el tiempo que amerite, de modo que se llega a identificar los tipos de deterioro

en las zonas por evaluar, luego se procede a tomar los datos de los daños para al final diagnosticar el índice de deterioro superficial de la calzada” (MURGA VILLANUEVA, y otros, 2019 pág. 14).

“La metodología permite determinar la calificación del estado del pavimento en un rango numérico que va del uno (1), que equivale a un pavimento en óptimas condiciones y va hasta un siete (7), que representa un pavimento con abundante fisuramiento y deformaciones” (MURGA VILLANUEVA, y otros, 2019) (MURGA VILLANUEVA, y otros, 2019).

“[...] La metodología planteada en esta norma para la clasificación y la cuantificación de los deterioros de los pavimentos flexibles de carreteras considerada 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” (INVIAS, 2013).

#### **2.2.4.1 TIPOS DE FALLA**

“[...] Existen muchos tipos de deterioros en los pavimentos básicos y diferentes niveles de gravedad para cada tipo. Estos deterioros se deben identificar considerando tres factores: tipo, gravedad y extensión.

El método VIZIR clasifica el deterioro de los pavimentos en dos grandes Degradaciones tipo A y B” (TINEO OROPEZA, 2019).

##### **2.2.4.1.1 DETERIOROS DEL TIPO A**

“Son las fallas que se caracterizan por una deficiencia del pavimento, ligadas a las condiciones de las diversas capas y el suelo de la subrasante, o simplemente a las capas asfálticas, entre ellas se encuentran deformaciones y fisuración por fatiga” (TINEO OROPEZA, 2019)

Tabla 5: Deterioros del tipo A  
Fuente: (INVIAS, 2013)

Nombre del deterioro	Código	Medición
Ahuellamiento	AH	m
Depresiones o hundimientos longitudinales	DL	m
Depresiones o hundimientos transversales	DT	m
Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	m
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m
Bacheos y parcheos	B	m

#### 2.2.4.1.2 DETERIOROS DEL TIPO B

“Son de carácter funcional y por tanto su reparación no está relacionada con la capacidad estructural del pavimento. El origen de este último tipo de degradaciones está vinculado a la mala calidad de algunos procedimientos y las condiciones locales de servicio, así como a la evolución misma de los materiales” (TINEO OROPEZA, 2019).

Tabla 6: Deterioros del tipo B  
Fuente: (INVIAS, 2013)

Nombre del deterioro	Código	Medición
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	m
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	m
Fisura de contracción térmica	FCT	m
Fisuras parabólicas	FP	m
Fisura de borde	FB	m
Ojos de pescado	O	unidad
Desplazamiento, abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m
Perdida de la película ligante	PL	m
Perdida de agregados	PA	m
Decascaramiento	D	m <sup>2</sup>
Pulimiento de agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento de mortero	AM	m
Afloramiento de agua	AA	m
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m
Erosión de las bermas	EB	m
Segregación	S	m

### 2.2.4.2 GRAVEDAD

“[...] Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión, entre más severo sea el deterioro, más importante deberán ser las medidas para su corrección. En la Tabla N° 7 y N° 8 muestra la descripción de cada nivel de gravedad para cada tipo de deterioro” (TINEO OROPEZA, 2019).

Tabla 7: Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A – VIZIR  
Fuente: (INVIAS, 2013)

Deterioro	Nivel de gravedad		
	1	2	3
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos	Deformaciones que afectan de manera importante la comunidad y la seguridad de los usuarios > 40mm.
Fisuras longitudinales por fatiga	Fisuras en la banda de rodamiento	Fisuras abiertas y a menudo ramificada	Fisuras muy ramificadas y/o abiertas (grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (>500mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales.	Mallas más densas (<500mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (<200mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales.
Bacheos y parcheo	Intervención de superficies ligadas al deterioro del tipo b	Intervenciones ligadas a deterioro tipo a	
		Comportamiento satisfactorio de la reparación	Ocurrencia de fallas en zonas reparadas

Tabla 8: Niveles de gravedad de los deterioros del tipo B – VIZIR  
Fuente: (INVIAS, 2013)

Deterioro	Nivel de gravedad		
	1	2	3
Fisuras longitudinales de junta de construcción	Fina y única	Ancha (10mm o más) sin desprendimiento o fina ramificación.	Deformaciones que afectan de manera importante la comunidad y la seguridad de los usuarios > 40mm.

Fisuras de contracción térmica		Fisuras finas	Ancha sin desprendimiento o finas con desprendimientos o fisura ramificada	Fisuras muy ramificadas y/o abiertas (grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados	
Fisuras parabólicas		Fisuras finas	Anchas sin desprendimientos	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (<200mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales.	
Abultamientos		$F < 20 \text{ mm}$	$20\text{mm} \leq f \leq 40\text{mm}$	$F > 40\text{mm}$	
Ojos de pescado (por cada 100m)		$<5$	$5 \text{ a } 10 / <5$	$>10 / 5 \text{ a } 10$	
		$\leq 300$	$\leq 300 / \leq 1000$	$\leq 300 / \leq 1000$	
Desprendimientos: *pérdida de película de ligante * pérdida de agregados		Perdidas aisladas	Perdidas continuas	Perdidas generalizadas y muy marcadas	
Descascaramientos	Profundidad (mm)	$\leq 25$	$\leq 25$	$> 25$	$> 25$
	Área (m <sup>2</sup> )	$\leq 0.8$	$< 0.8$	$\leq 0.8$	$> 0.8$
Pulimiento de agregados		No se define niveles de gravedad			
Exudación	Puntual	Continua sobre la banda de rodamiento		Continua y muy marcada	
Afloramiento de mortero y de agua	Localizados y apenas perceptibles	Intensos		Muy intensos	
Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más.		Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico	
Escalonamiento entre calzada y berma	Desnivel de 10 a 50 mm	Desnivel entre 50 y 100 mm		Desnivel superior a 100 mm	
Erosión de las bermas	Erosión insipiente	Erosión pronunciada		La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios	

### 2.2.4.3 EXTENSIÓN

“Se refiere a la proporción del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción puede estar referida a la longitud

o área, Así mismo, la extensión de algunos deterioros se define por el número de veces en que ellos se presentan en el tramo sometido a evaluación” (TINEO OROPEZA, 2019).

#### **2.2.4.4 PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO CON LA METODOLOGÍA VIZIR**

“La metodología VIZIR plantea dos índices para calificar el deterioro superficial de un pavimento: el índice de fisuración (If), referido a los agrietamientos de tipo estructural y el índice de deformación (Id), referido a los deterioros o deformaciones de tipo estructural, ello permite 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)” (TINEO OROPEZA, 2019).

##### **2.2.4.4.1 CÁLCULO DE ÍNDICE DE FISURACIÓN (IF)**

“El cálculo del índice de fisuración depende de la gravedad y la extensión de las fisuraciones y agrietamientos de tipo funcional en cada zona evaluada, es decir, mide en función de su extensión y gravedad, pero solo de las fallas del tipo A, que tengan relación con la fisuración del pavimento, es por eso que se hace la cuantificación del área dañada por este tipo de falla” (INVIAS, 2013).

##### **2.2.4.4.2 CÁLCULO DE ÍNDICE DE DEFORMACIÓN (ID)**

“El índice de deformación también depende de la gravedad y extensión de las deformaciones de origen estructural, es decir, mide en función de la extensión y gravedad de las fallas del tipo A, que impliquen deformaciones del

pavimento, como los ahuellamientos, hundimientos o depresiones longitudinales y transversales” (INVIAS, 2013).

### 2.2.4.4.3 ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (IS)

“[...] Se define de manera numérica la condición general de la superficie del pavimento y suministra pautas para la elección de alternativas de intervención. El Grafico N° 4 muestra el diagrama de flujo para el cálculo del índice de deterioro superficial (Is).

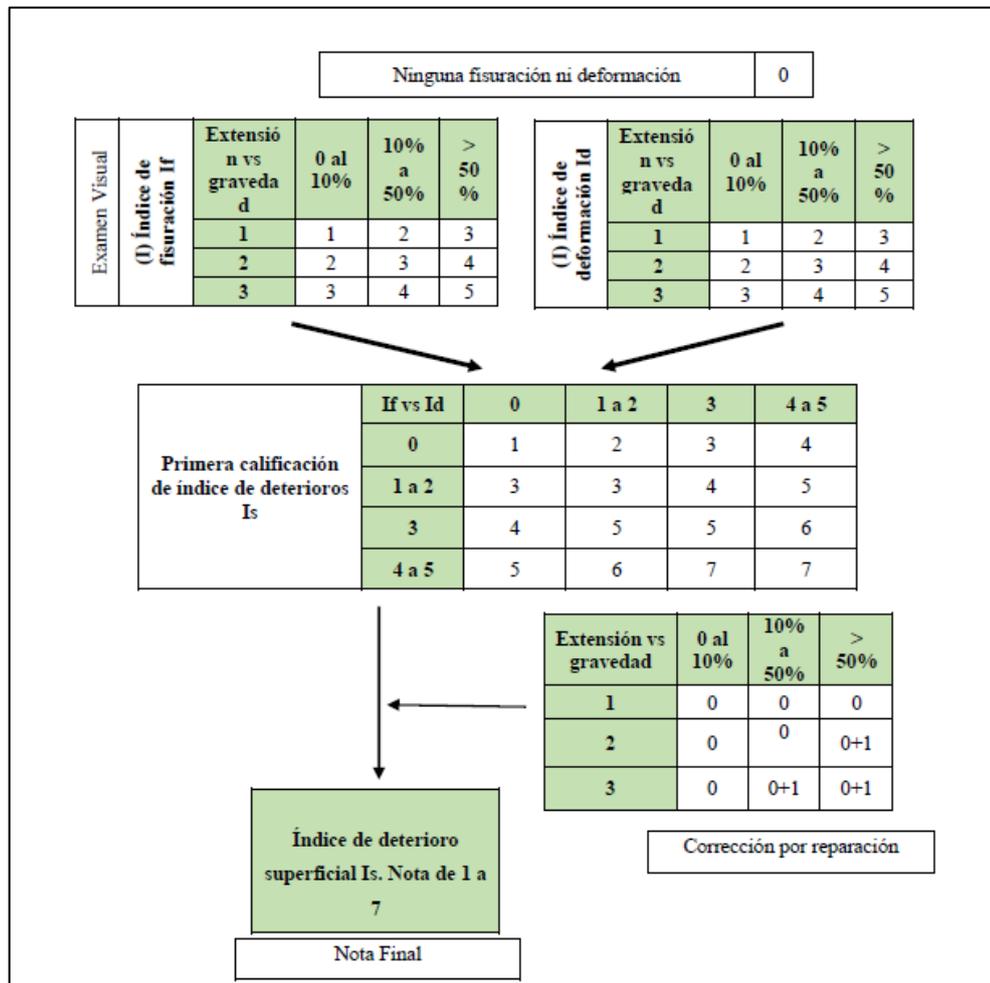


Gráfico 4: Determinación del índice de deterioro superficial

Fuente: (INVIAS, 2013)

La combinación del (If) e (Id), permite obtener el primer índice de calificación de deterioro, valor que varía entre uno y siete, siendo mayor a

medida que la estructura tenga más cantidad y/o severidad o extensión de daños. La primera nota de degradación, debe ser corregida de acuerdo con la extensión y calidad de los trabajos de parcheo y bacheo. Dicha corrección puede generar un incremento del (Is).

En la Tabla N° 13 a partir del deterioro superficial (Is), se define tres situaciones generales en relación con la probable capacidad del pavimento en el instante de la evaluación aplicada.

*Tabla 9: Clasificación del estado de superficie del pavimento según VIZIR  
Fuente: (INVIAS, 2013)*

Calificación	Is
Buena	1 – 2
Regular	3 – 4
Deficiente	5 – 7

- Valores del (Is) de 1 y 2. Representan pavimentos con limitados fisuramientos y deformaciones, que presentan un buen aspecto general y que, probablemente, no requieran en el momento más que acciones de mantenimiento rutinario.
- Valores del (Is) de 3 y 4. Representan pavimentos con fisuramientos de origen estructural y pocas o ninguna deformación, así como pavimentos sin fisuramientos, pero con deformaciones de alguna importancia. Su estado superficial se considera regular y lo suficientemente degradado como para poner en marcha tratamientos de rehabilitación de mediana intensidad.
- Valores del (Is) de 5, 6 y 7. Son indicativos de pavimentos con abundantes fisuramientos y deformaciones de origen estructural,

cuyo deficiente estado superficial posiblemente exija la ejecución de trabajos importantes de rehabilitación” (TINEO OROPEZA, 2019).

### 2.2.5 METODOLOGÍA PCI ASTM D6433

“Es una metodología muy completa para la evaluación y calificación de los pavimentos y es de fácil implementación ya que no requiere de herramientas especializadas para su uso y consiste en determinar la condición del pavimento mediante inspecciones visuales para identificar el tipo de falla, severidad y cantidad de fallas encontradas, y su clasificación viene dada por la escala en el que se encuentra su PCI que es un indicador numérico que valora la condición superficial del pavimento de 0 a 100, siendo 0 la peor condición y 100 la mejor condición posible” (BRAVO REYES, 2020).

#### 2.2.5.1 CALIDAD DE TRÁNSITO (RIDE QUALITY)

“[...] Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños. A continuación, se presenta una guía general para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito” (VÁZQUEZ BARELA, 2002).

*Tabla 10: Calidad de tránsito  
Fuente: (VÁZQUEZ BARELA, 2002)*

Calidad	Descripción	Ingles	Español
L	Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad	Low	Bajo
M	Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.	Medium	Medio

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

### 2.2.5.2 NIVELES DE GRAVEDAD

La norma ASTM D6433 establece tres tipos de niveles de gravedad para cada una de las 19 fallas contempladas para los pavimentos asfálticos.

Tabla 11: Niveles de gravedad según método PCI  
Fuente: (ASTM Internacional, 2016)

Clasificación	Rango del PCI		Color
Excelente	86	100	
Muy bueno	71	85	
Bueno	56	70	
Regular	41	55	
Pobre	26	40	
Muy pobre	11	25	
Colapsado	0	10	

### 2.2.5.3 FALLAS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

“[...] Son indicadores externos de deterioro del pavimento causado por carga, factores ambientales, deficiencias en la construcción o una combinación de los mismos” (ASTM Internacional, 2016, pág. 1). Los cuales se presentan a continuación:

Tabla 12: Fallas en pavimentos asfálticos  
Fuente: (ASTM Internacional, 2016)

Ítem	Falla	U.M
01	Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
02	Exudación (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
03	Agrietamiento en bloque (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
04	Abultamientos y hundimientos (m)	m
05	Corrugación (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
06	Depresión (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
07	Grieta de borde (m)	m

08	Grieta de reflexión de junta (m)	m
09	Desnivel carril berma (m)	m
10	Grietas longitudinal y transversal (m)	m
11	Parqueo (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
12	Pulimento de agregados (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
13	Huecos (unidad)	unidad
14	Cruce de vía férrea (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamiento (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
16	Desplazamiento (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
17	Grieta parabólica (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
19	Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>

#### 2.2.5.4 VALORES DEDUCIDOS

“La norma ASTM D6433 brinda esta serie de pasos ordenados para el caculo de los valores deducidos:

- Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna total del formato de evaluación de fallas. El daño puede medirse en área, longitud o por unidad según su tipo.
- Divida la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la densidad del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio” (VÁZQUEZ BARELA, 2002 pág. 6).

#### 2.2.5.5 NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

“[...] La norma ASTM D6433 brinda una serie de pasos ordenados para el caculo del número máximo de valores de deducidos:

- Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

- Determine el número máximo de valores deducidos (m), utilizando la siguiente ecuación:

$$m = 1 + (9/98) (100 - HDV)$$

Donde:

m = Número máximo de valores deducidos

HDV = El mayor valor deducido individual” (VÁZQUEZ BARELA, 2002 pág. 7).

#### **2.2.5.6 MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)**

“El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- Determine el número de valores deducidos mayores que 2.0.
- Determine el valor deducido total sumando todos los valores deducidos individuales.
- Determine el VDC y el valor deducido total en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que 2 y repitan las etapas anteriores hasta que q sea igual a 1” (VÁZQUEZ BARELA, 2002 pág. 7).

#### **2.2.5.7 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)**

“[...] El PCI se calcula bajo la siguiente formula:

$$PCI = 100 - VDC$$

Donde:

PCI = Índice de condición del pavimento

VDC = Máxima valor deducido corregido” (ASTM Internacional , 2016)

## **2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

### **2.3.1 MEZCLAS ASFÁLTICAS**

“[...] Mezcla de áridos con un aglutinante de cemento asfáltico. Este término también se refiere a superficies construidas con alquitranes de hulla y alquitranes naturales” (ASTM Internacional , 2016 pág. 1).

### **2.3.2 PAVIMENTO FLEXIBLE**

“El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente” (MTC, 2013 pág. 24)

### **2.3.3 FALLAS DEL PAVIMENTO**

“[...] Son indicadores externos de deterioro del pavimento causado por carga, factores ambientales, deficiencias en la construcción o una combinación de los mismos” (ASTM Internacional , 2016 pág. 1).

### **2.3.4 NORMA INV E 813**

“Metodología para la determinación del índice de deterioro superficial de un pavimento asfáltico mediante el método VIZIR” (INVIAS, 2013 pág. 1).

### **2.3.5 NORMA ASTM D6433**

“Procedimiento estándar para la inspección del Índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM Internacional , 2016 pág. 1).

### **2.3.6 ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is)**

“[...] La combinación de los índices de fisuración (If) y de deformación (Id) da lugar al índice de deterioro superficial (Is), que es un número entero 1 y 7” (INVIAS, 2013).

### **2.3.7 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)**

“Es una calificación numérica de la condición del pavimento que varía de 0 a 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor condición posible” (ASTM Internacional , 2016 pág. 1).

### **2.3.8 EVALPAV**

Es un software desarrollado por el doc. ZABALA ASCAÑO, Gerber que permite la evaluación de la condición del pavimento en caminos y estacionamientos bajo la norma ASTM D6433.

### **2.3.9 MICROSOFT EXCEL**

“Es el programa de software de hojas de cálculo líder en el sector y una herramienta avanzada de análisis y visualización de datos” (Microsoft, 2021).

## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL**

- El estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022 son deficiente y colapsado respectivamente.

### **2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- El valor del índice de deterioro superficial Is en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 fluctúa entre los valores 1 y 7.

- El valor del índice de condición del pavimento PCI en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 fluctúa entre los valores 0 y 100.
- Las diferencias entre las metodologías de evaluación de pavimentos flexibles VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 son desestimables.

## 2.5 VARIABLES

### 2.5.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE

#### 2.5.1.1 VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN 1: METODO VIZIR (NORMA INV E 813)

“Es un sistema que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y funcionales. El método clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos categorías, tipo A y tipo B” (TINEO OROPEZA, 2019).

#### 2.5.1.2 VARIABLE DE CARACTERIZACION 2: MÉTODO PCI (ASTM D6433)

“Es una calificación numérica de la condición del pavimento que varía de 0 a 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor condición posible” (ASTM Internacional , 2016)

### 2.5.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Tabla 13 Operacionalización de la variable de caracterización 1  
Fuente: elaboración propia

	VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN 1	Metodo VIZIR (NORMA INV E 813)	“Es un sistema que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y funcionales. El método clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos categorías, tipo A y tipo B” (TINEO OROPEZA, 2019).	Índice de fisuración ( <b>If</b> )	Ahuellamiento (m)
				Depresiones o hundimientos longitudinales (m)
				Depresiones o hundimientos transversales (m)
			Índice de deformación ( <b>Id</b> )	Fisuras longitudinales por fatiga (m)

			Índice de deterioros (Is)	Fisuras piel de cocodrilo (m)
				Baches y parcheos (m)

Tabla 14: Operacionalización de la variable de caracterización 2

Fuente: elaboración propia

	VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN 2	Método PCI (NORMA ASTM D6433)	“Es una metodología muy completa para la evaluación y calificación de los pavimentos y es de fácil implementación ya que no requiere de herramientas especializadas para su uso y consiste en determinar la condición del pavimento mediante inspecciones visuales para identificar el tipo de falla, severidad y cantidad de fallas encontradas, y su clasificación viene dada por la escala en el que se encuentra su PCI que es un indicador numérico que valora la condición superficial del pavimento de 0 a 100, siendo 0 la peor condición y 100 la mejor condición posible” (BRAVO REYES, 2020).	Valores deducidos	Piel de cocodrilo (m2)
				Exudación (m2)
				Agrietamiento en bloque (m2)
				Abultamientos y hundimientos (m)
				Corrugación (m2)
				Depresión (m2)
			Número máximo de valores deducidos	Grieta de borde (m)
				Grieta de reflexión de junta (m)
				Desnivel carril / berma (m)
				Grietas longitudinal y transversal (m)
				Parcheo (m2)
			El máximo valor deducido corregido	Pulimento de agregados (m2)
				Huecos (unidad)
				Cruce de vía férrea (m2)
				Ahuellamiento (m2)
				Desplazamiento (m2)
				Grieta parabólica (m2)
Hinchamiento (m2)				
Desprendimiento de agregados (m2)				

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Para el presente trabajo de investigación se empleará el método general o científico que según (SIERRA BRAVO, 2002), consiste en formular cuestiones o problemas sobre la realidad del mundo y los hombres, con base en la observación de la realidad y la teoría ya existente, en anticipar soluciones a estos problemas y en contrastarlas o verificar con la misma realidad mediante la observación de los hechos que ofrezca, la clasificación de ellos y su análisis.

#### **3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El estudio se enmarca dentro del tipo de investigación aplicada en la media que se pretende determinar el estado del pavimento flexible mediante los métodos VIZIR y PCI del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca - 2022; pues como señala (SIERRA BRAVO, 2002) en estos estudios se deben determinar y definir previamente las variables, luego se formulan hipótesis, los mismos que deben probarse por métodos estadísticos, y llegando al final a conclusiones. Además, teniendo en cuenta a (SÁNCHEZ CARLESSI, y otros, 1998) las investigaciones de tipo aplicada buscan dar una solución práctica a problemas de la realidad.

#### **3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

La presente tesis se configurará como una investigación de nivel explicativo, lo que permitirá determinar el estado del pavimento flexible mediante los métodos

VIZIR y PCI del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca - 2022 (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2014).

### 3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se configurará como diseño pre experimental, en su desarrollo se manipulará deliberadamente la variable independiente para estudiar el comportamiento de la variable dependiente; es decir, se manipulará la variable Índice de condición del pavimento flexible Norma ASTM D6433 para ver su efecto en la solución vial (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2014). Por lo que el diseño de investigación es de tipo pre experimental; siendo su representación gráfica:

*Tabla 15: Diseño de la investigación  
Fuente: (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2014)*

<b>O1 X O2</b>	
<b>O1</b>	: Evaluación del pavimento flexible método VIZIR
<b>X</b>	: Determinación del estado del pavimento flexible
<b>O2</b>	: Evaluación del pavimento flexible método PCI

### 3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.5.1 POBLACIÓN

##### 3.5.1.1 POBLACIÓN MÉTODO VIZIR INV E 813

Para este método la población está definida por 40 unidades de estudio, cada unidad de estudio tiene un ancho promedio de 8.50 m y un largo de 100.00 m.

##### 3.5.1.2 POBLACIÓN MÉTODO PCI ASTM D6433

Para este método la población está definida por 133 unidades de estudio, cada unidad de estudio tiene un ancho promedio de 8.50 m y un largo de 30.00 m.

### **3.5.2 MUESTRA**

#### **3.5.2.1 MUESTRA MÉTODO VIZIR INV E 813**

La norma INV E 813 menciona que población y la muestra coinciden en su valor, debido a que se tiene que evaluar el entero del tramo en estudio.

#### **3.5.2.2 MUESTRA MÉTODO PCI ASTM D6433**

Para este método la muestra está definida por 14 unidades de estudio, cada unidad de estudio tiene un ancho de 6.80 m y un largo de 40.00 m dando como resultado un área total de 255 m<sup>2</sup>.

### **3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.6.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La técnica escogida para mi investigación fue la técnica de observación científica. La (UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS, 2021) en su sitio web menciona que la observación científica es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis además de ello describe que es el proceso de contemplar en forma cuidadosa y sistemática como se desarrolla una conducta en un contexto determinado, sin intervenir sobre ella o manipularla.

#### **3.6.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

El instrumento seleccionado para el desarrollo de mi investigación fue el cuestionario, (QUESTIONPRO, 2021) menciona que el cuestionario es una herramienta diseñada para la recolección de datos cuantitativos, y se utiliza mucho en la investigación, ya que es un buen instrumento de investigación para recolectar datos estandarizados y hacer generalizaciones.

Además de esto (QUESTIONPRO, 2021) añade que los cuestionarios pueden proporcionar respuestas rápidas, pero hay que tener el debido cuidado a la hora de elaborarlos, para asegurarse de que no se influye en la respuesta que se recibe, el diseño del cuestionario debe reflejar los objetivos de la investigación en tal sentido el cuestionario utilizado para fines de la investigación son las normas INV E 813 y ASTM D6433 que se titulan determinación del índice de deterioros superficial de un pavimento asfáltico mediante el método Vizir y Práctica estándar para estudios del índice de condición del pavimento de carreteras y estacionamientos.,

### **3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.7.1 MÉTODO VIZIR INV E 813**

Para la obtención de Índice de deterioro superficial (Is) se utilizó el programa Microsoft Excel.

#### **3.7.2 MÉTODO PCI ASTM D6433**

El procesamiento de la información se realizó en un proceso combinado entre el programa Microsoft Excel y El software EvalPav.

### **3.8 TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS**

#### **3.8.1 MÉTODO VIZIR INV E 813**

Para el análisis de los datos bajo el método VIZIR INV E 813 se utilizó el programa Microsoft Excel.

#### **3.8.2 MÉTODO PCI ASTM D6433**

El análisis de datos fue posible a los reportes y gráficos que el programa EvalPav exporto al programa Microsoft Excel, obteniendo se esta manera todos los datos necesarios para el desarrollo de la presente tesis.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4. RESULTADOS

#### 4.1 METODOLOGÍA VIZIR INV E 813

##### 4.1.1 MESURA DEL TRAMO EN ESTUDIO

##### 4.1.1.1 MESURA LONGITUDINAL DEL TRAMO EN ESTUDIO

Se inicio la medición longitudinal del Jr. Petrona Apolaya en la intersección con el Jr. Alonso Mercadillo y se finalizó en la intersección con el Jr. 28 de Julio, la medición precisó de un odómetro profesional cuyos resultados se exponen a continuación:

*Tabla 16: Mesura longitudinal del tramo en estudio VIZIR INV E 813  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Sentido		Distancia (m)	Distancia promedio (m)
1	Jr. Alonso Mercadillo	Jr. 28 de Julio	4001.25	4000.00
2	Jr. 28 de Julio	Jr. Alonso Mercadillo	3998.75	

##### 4.1.1.2 MESURA TRANSVERSAL DEL TRAMO EN ESTUDIO

La medición transversal del Jr. Alonso Mercadillo precisó de un flexómetro profesional cuyos resultados se exponen a continuación:

*Tabla 17: Mesura transversal del tramo en estudio VIZIR INV E 813  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Progresiva	Ancho calzada (m)	Promedio (m)
01	0+000	8.47	8.50
02	0+100	8.51	
03	0+200	8.53	
04	0+300	8.48	
05	0+400	8.57	

06	0+500	8.53
07	0+600	8.49
08	0+700	8.47
09	0+800	8.52
10	0+900	8.43
11	1+000	8.50
12	1+100	8.52
13	1+200	8.56
14	1+300	8.48
15	1+400	8.54
16	1+500	8.44
17	1+600	8.52
18	1+700	8.43
19	1+800	8.57
20	1+900	8.53
21	2+000	8.49
22	2+100	8.47
23	2+200	8.52
24	2+300	8.43
25	2+400	8.47
26	2+500	8.51
27	2+600	8.53
28	2+700	8.48
29	2+800	8.57
30	2+900	8.50
31	3+000	8.44
32	3+100	8.48
33	3+200	8.54
34	3+300	8.52
35	3+400	8.56
36	3+500	8.56
37	3+600	8.48
38	3+700	8.54
39	3+800	8.44
40	3+900	8.52
41	4+000	8.43

#### 4.1.2 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN (N)

La norma INV E 813, inciso (2.5.1) menciona que se debe realizar el inventario de los deterioros de manera continua para cada 100 metros de longitud de calzada, por tanto:

Tabla 18: Calculo de la población VIZIR INV E 813  
Fuente: elaboración propia

<b>Tramo a estudiar (Km)</b>	0+000	4+000
<b>Longitud de la vía (m)</b>	4000.00	
<b>Ancho de calzada (m)</b>	8.50	
<b>Longitud de muestra (m)</b>	100.00	
<b>Área de la muestra (m2)</b>	<b>850.00</b>	
<b>Población (unidad)</b>	<b>40</b>	

#### 4.1.3 CÁLCULO DE LA MUESTRA (M)

Por lo expuesto anteriormente la población y la muestra coinciden en el mismo valor:

Tabla 19: Calculo de la muestra VIZIR INV E 813  
Fuente: elaboración propia

<b>Tramo a estudiar (Km)</b>	0+000	4+000
<b>Longitud de la vía (m)</b>	4000.00	
<b>Ancho de calzada (m)</b>	8.50	
<b>Longitud de muestra (m)</b>	100.00	
<b>Área de la muestra (m2)</b>	<b>850.00</b>	
<b>Población (unidad)</b>	<b>40</b>	

#### 4.1.4 EVALUACIÓN DE FALLAS

Las múltiples fallas encontradas en el Jr. Alonso Mercadillo se presentan a manera de tablas, en donde se indican la progresiva inicial y final de la unidad de muestra, el ancho promedio de calzada, las fallas correspondientes a la unidad de estudio, así como su gravedad y finalmente sus dimensiones de esta.

Tabla 20: Fallas UM 01 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 01						
Progresiva inicial		0+000		Ancho de calzada		8.49
Progresiva final		0+100		Ancho (m)		
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	B	X			1.54	1.93
02	B	X			0.45	0.68

03	B		X		7.58	0.27
04	FPC	X			0.52	100
05	FPC	X			0.49	100
06	PA	X			8.49	100
07	DB		X		0.05	100
08	DB		X		0.07	100

Tabla 21: Fallas UM 02 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 02						
Progresiva inicial		0+100			Ancho de calzada	8.52
Progresiva final		0+200				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC	X			0.47	100
02	FPC	X			0.51	100
03	PA	X			8.52	100
04	DB	X			0.06	52.01
05	DB	X			0.05	50.68

Tabla 22 Fallas UM 03 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 03						
Progresiva inicial		0+200			Ancho de calzada	8.51
Progresiva final		0+300				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	B	X			0.34	0.42
02	B	X			0.38	0.29
03	FPC	X			0.51	100
04	FPC	X			0.51	100
05	O		X		0.25	0.33
06	PA	X			8.51	100

Tabla 23: Fallas UM 04 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 04						
Progresiva inicial		0+300			Ancho de calzada	8.53
Progresiva final		0+400				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC	X			0.52	100
02	FPC	X			0.49	100
03	O	X			0.72	0.43
04	PA	X			8.53	30

Tabla 24: Fallas UM 05 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 05						
Progresiva inicial		0+400		Ancho de calzada	8.55	
Progresiva final		0+500				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC	X			0.50	100
02	FPC	X			0.52	100
03	B		X		4.23	2.57
04	DL	X			0.29	57.64
05	O	X			0.56	0.78
06	PA	X			8.55	100
07	DB	X			0.34	100
08	DB	X			0.24	100

Tabla 25: Fallas UM 06 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 06						
Progresiva inicial		0+500		Ancho de calzada	8.51	
Progresiva final		0+600				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC	X			0.49	100
02	FPC	X			0.53	100
03	B		X		2.14	4.61
04	B		X		3.68	2.05
05	O		X		0.87	0.45
06	O			X	0.78	0.36
07	PA	X			8.51	100
08	DB	X			0.29	100
09	DB	X			0.36	100
10	O		X		0.51	0.67

Tabla 26 Fallas UM 07 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 07						
Progresiva inicial		0+600		Ancho de calzada	8.48	
Progresiva final		0+700				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC	X			0.67	100

02	DL	X			0.82	100
03	O	X			6.75	4.5
04	O	X			2.02	6.42
05	PA	X			8.48	100

Tabla 27 Fallas UM 08 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 08						
Progresiva inicial		0+700			Ancho de calzada	8.50
Progresiva final		0+800				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DL	X			0.29	57.64
02	FPC		X		1.74	100
03	FPC		X		1.87	100
04	AH		X		1.75	2.06
05	FLF	X			0.05	100
06	O		X		1.35	0.89
07	PA	X			8.50	100
08	O	X			2.18	0.78
09	DM	X			0.57	0.89

Tabla 28 Fallas UM 09 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 09						
Progresiva inicial		0+800			Ancho de calzada	8.48
Progresiva final		0+900				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DL		X		0.29	12.97
02	FPC		X		0.75	100
03	FPC		X		0.69	100
04	DB	X			0.07	100
05	O		X		0.87	0.76
06	PA	X			8.48	100
07	O	X			2.18	0.78
08	O		X		0.23	0.69
09	DM	X			0.57	0.89

Tabla 29: Fallas UM 10 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 10			
Progresiva inicial	0+900		8.47

Progresiva final		1+000			Ancho de calzada	
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	B	X			0.48	0.51
02	B		X		0.39	0.45
03	B		X		0.78	0.53
04	B		X		0.87	0.57
05	B	X			0.65	0.62
06	FPC		X		0.68	41.63
07	FPC		X		0.72	42.25
08	ECB	X			0.0	100.0
09	ECB	X			0.0	100.0
10	PA		X		8.47	100

Tabla 30: Fallas UM 11 metodología VIZIR

Fuente: Elaboración propia

U.M 11						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.51
Progresiva final		1+000			Ancho de calzada	
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	B		X		0.45	0.42
02	B	X			0.67	0.39
03	B	X			0.42	0.37
04	B	X			0.32	0.28
05	B		X		0.42	0.31
06	FPC	X			0.68	100
07	FPC	X			0.72	100
08	ECB	X			0.0	100.0
09	ECB	X			0.0	100.0
10	PA	X			8.51	100

Tabla 31: Fallas UM 12 metodología VIZIR

Fuente: Elaboración propia

U.M 12						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.54
Progresiva final		1+000			Ancho de calzada	
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	B		X		0.42	0.32
02	B		X		0.21	0.48
03	FPC	X			0.69	100
04	FPC	X			0.71	100

05	ECB	X			0.0	100.0
06	ECB	X			0.0	100.0
07	PA	X			8.54	100

Tabla 32: Fallas UM 13 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 13						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.52
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DL	X			0.82	1.02
02	FPC	X			0.70	67.06
03	FPC	X			0.72	65.21
04	PA	X			8.52	100
05	ECB	X			0	100
06	ECB	X			0	100
07	O		X		0.88	5.13

Tabla 33: Fallas UM 14 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 14						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.51
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DL	X			0.56	2.18
02	FPC	X			0.70	100
03	FPC	X			0.72	100
04	PA	X			8.51	100
05	ECB	X			0	100
06	ECB	X			0	100
07	O		X		0.88	5.13

Tabla 34: Fallas UM 15 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 15						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.49
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DL	X			0.56	2.63
02	DL	X			0.52	1.74

03	FPC	X			0.70	100
04	FPC	X			0.72	100
05	PA	X			8.49	100
06	ECB	X			0	100
07	ECB	X			0	100
08	O		X		0.88	5.13

Tabla 35: Fallas UM 16 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 16						
Progresiva inicial		0+900		Ancho de calzada		8.48
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	B	X			8.5	2.94
02	B		X		0.88	3.29
03	O	X			0.86	2.17
04	PA	X			8.48	100
05	O		X		0.92	0.64
06	O		X		1.69	1.31
07	O		X		0.57	0.49
08	O	X			0.92	1.07
09	O	X			0.62	3.26
10	FLF	X			0.04	40.21
11	FLF	X			0.06	43.64

Tabla 36: Fallas UM 17 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 17						
Progresiva inicial		0+900		Ancho de calzada		8.48
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC	X			0.48	27.64
02	FPC	X			0.51	14.98
03	DL	X			0.34	31.89
04	B		X		0.61	2.17
05	O		X		0.42	0.62
06	PA	X			8.48	100

Tabla 37: Fallas UM 18 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 18						
--------	--	--	--	--	--	--

Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.50
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DT		X		2.18	0.49
02	B	X			0.71	0.36
03	B	X			0.32	0.48
04	O		X		0.45	0.35
05	PA	X			8.5	100

Tabla 38: Fallas UM 19 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 19						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.55
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DB	X			0.02	100.00
02	DB	X			0.04	100.00
03	PA	X			8.55	100.00
04	ECB	X			0.00	100.00
05	ECB	X			0.00	100.00

Tabla 39: Fallas UM 20 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 20						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.49
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DB	X			0.03	100.00
02	DB	X			0.02	100.00
03	PA	X			8.49	100.00
04	ECB	X			0.00	100.00
05	ECB	X			0.00	100.00

Tabla 40: Fallas UM 21 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 21						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.48
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DB	X			0.04	100.00

02	DB	X			0.05	100.00
03	PA	X			8.48	100.00
04	ECB	X			0.00	100.00
05	ECB	X			0.00	100.00

Tabla 41: Fallas UM 22 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 22						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.50
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
03	B	X			0.89	1.71
01	DB	X			0.06	100.00
02	DB	X			0.07	100.00
04	O	X			0.27	0.44
05	O	X			0.49	0.50
06	PA	X			8.50	100.00
07	ECB	X			0.00	100.00
08	ECB	X			0.00	100.00

Tabla 42: Fallas UM 23 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 23						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.48
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DB	X			0.06	100.00
02	DB	X			0.08	100.00
03	PA	X			8.48	100.00
04	ECB	X			0.00	100.00
05	ECB	X			0.00	100.00

Tabla 43: Fallas UM 24 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 24						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.45
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DB	X			0.05	100.00
02	DB	X			0.07	100.00

06	PA	X		8.45	100.00
07	ECB	X		0.00	100.00
08	ECB	X		0.00	100.00

Tabla 44: Fallas UM 25 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 25						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.49
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC			X	1.24	68.19
02	FPC			X	1.36	69.21
03	B	X			0.73	0.98
04	B	X			2.67	2.13
05	B	X			1.10	0.83
06	B	X			0.52	0.47
07	B	X			1.25	1.25
08	B	X			1.89	1.18
09	B	X			1.36	0.64
10	B		X		8.49	4.14
11	B		X		2.33	4.21
12	FLF	X			8.49	0.04
13	FLF	X			8.49	0.07
14	PA	X			8.49	100.00
15	O	X			0.75	1.74
16	O	X			1.70	1.99
17	O	X			0.42	0.41
18	O	X			0.58	0.59
19	O		X		2.05	1.43
20	O		X		0.87	0.80
21	O		X		1.59	1.02
22	DB		X		0.00	100.00
23	DB		X		0.00	100.00

Tabla 45: Fallas UM 26 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 26						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.52
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC			X	1.25	100
02	FPC			X	1.34	100

03	B		X		4.95	3.65
04	B		X		5.67	4.97
05	PA	X			8.52	100.00
06	O		X		0.42	0.37
07	DB		X		0.00	100.00
08	DB		X		0.00	100.00

Tabla 46: Fallas UM 27 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 27						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.51
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC		X		1.05	84.61
02	FPC		X		1.09	85.07
03	B			X	3.28	2.17
04	B			X	2.97	3.05
05	PA	X			8.51	100.00
07	DB		X		0.00	100.00
08	DB		X		0.00	100.00

Tabla 47: Fallas UM 28 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 28						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.53
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DL	X			0.37	28.67
02	DB		X		0.00	100.00
03	DB		X		0.00	100.00
04	O		X		0.46	0.64
05	PA	X			8.53	100.00
06	O	X			0.52	0.70

Tabla 48: Fallas UM 29 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 29						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.54
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		

01	DB		X		0.00	100.00
02	DB		X		0.00	100.00
03	PA	X			8.54	100.00
04	O	X			0.52	0.70

Tabla 49: Fallas UM 30 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 30						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.47
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DL	X			0.25	15.62
02	DB		X		0.00	100.00
03	DB		X		0.00	100.00
04	PA	X			8.47	100.00

Tabla 50: Fallas UM 31 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 31						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.43
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DL	X			0.34	100.0
02	DB		X		0.00	100.0
03	DB		X		0.00	100.0
04	PA		X		4.20	100.0
05	PU	X			4.23	100.0

Tabla 51: Fallas UM 32 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 32						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.43
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DL	X			0.34	100.0
02	DB		X		0.00	100.0
03	DB		X		0.00	100.0
04	PA		X		8.43	100.0

Tabla 52: Fallas UM 33 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 33						
Progresiva inicial		0+900		Ancho de calzada		8.43
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	DB		X		0.00	100.0
02	DB		X		0.00	100.0
03	PA		X		8.43	100.0

Tabla 53: Fallas UM 34 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 34						
Progresiva inicial		0+900		Ancho de calzada		8.43
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	B	X			0.89	1.90
02	B		X		0.90	1.26
03	B		X		0.67	0.95
04	DL	X			1.89	28.97
05	DB		X		0.00	100.00
06	DB	X			0.00	100.00
07	PA		X		8.43	100.00

Tabla 54: Fallas UM 35 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 35						
Progresiva inicial		0+900		Ancho de calzada		8.43
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	B		X		1.02	0.97
02	B		X		1.26	2.06
03	DL	X			2.07	28.97
04	DB		X		0.00	100.00
05	DB	X			0.00	100.00
06	PA		X		8.43	100.00

Tabla 55: Fallas UM 36 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 36						
Progresiva inicial		0+900		Ancho de calzada		8.43
Progresiva final		1+000				

Progresiva final		1+000			Ancho de calzada	
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	B		X		1.95	1.62
02	B		X		2.03	1.68
03	DL	X			2.07	28.97
04	DB		X		0.00	100.00
05	DB	X			0.00	100.00
06	PA		X		8.43	100.00

Tabla 56: Fallas UM 37 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 37						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.43
Progresiva final		1+000			Ancho (m)	Largo (m)
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC		X		2.80	100.00
02	FPC		X		1.50	62.07
03	B	X			0.47	0.55
04	B		X		2.64	1.68
05	B		X		1.98	2.67
06	O		X		0.71	0.75
07	O	X			0.67	0.62
08	O	X			0.79	0.91
09	PA	X			8.43	30.00

Tabla 57: Fallas UM 38 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 38						
Progresiva inicial		0+900			Ancho de calzada	8.43
Progresiva final		1+000			Ancho (m)	Largo (m)
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC		X		2.75	100.00
02	FPC		X		1.53	100.00
03	B		X		1.97	2.30
04	B		X		0.90	0.78
05	O		X		0.71	0.75
06	PA	X			8.43	30.00

Tabla 58: Fallas UM 39 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 39						
Progresiva inicial		0+900		Ancho de calzada	8.43	
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC		X		2.72	100.00
02	FPC		X		1.49	100.00
03	B		X		0.54	0.67
04	B		X		0.62	1.03
05	O		X		0.71	0.75
06	PA	X			8.43	30.00

Tabla 59: Fallas UM 40 metodología VIZIR  
Fuente: Elaboración propia

U.M 40						
Progresiva inicial		0+900		Ancho de calzada	8.43	
Progresiva final		1+000				
Ítem	Falla	Gravedad			Ancho (m)	Largo (m)
		1	2	3		
01	FPC		X		2.8	100.00
02	B	X			0.87	0.82
03	PA	X			8.43	100.00

#### 4.1.5 ÍNDICE DE FISURACIÓN (If) Y DEFORMACION (Id):

Los índices de fisuración (If) y deformación (Id) fueron obtenidos mediante el uso del gráfico N°4: Determinación del índice de deterioro superficial (Is), que se encuentra en el ítem 2.2.2.4.3 de la presente investigación. Por tanto, organice los datos mediante el uso de tablas las cuales expongo a continuación:

ITEM	PROGRESIVA		U.M.	INDICE DE FISURACIÓN (If)	INDICE DE DEFORMACIÓN (Id)
	INICIAL	FINAL			
01	0+000	0+100	01	2.00	1.00
02	0+100	0+200	02	2.00	0.00
03	0+200	0+300	03	2.00	0.00
04	0+300	0+400	04	2.00	0.00

05	0+400	0+500	05	2.00	2.00
06	0+500	0+600	06	2.00	2.00
07	0+600	0+700	07	1.00	1.00
08	0+700	0+800	08	3.00	2.00
09	0+800	0+900	09	3.00	2.00
10	0+900	1+000	10	2.00	2.00
11	1+000	1+100	11	2.00	2.00
12	1+100	1+200	12	2.00	2.00
13	1+200	1+300	13	2.00	1.00
14	1+300	1+400	14	2.00	1.00
15	1+400	1+500	15	2.00	1.00
16	1+500	1+600	16	0.00	2.00
17	1+600	1+700	17	1.00	1.00
18	1+700	1+800	18	2.00	1.00
19	1+800	1+900	19	0.00	0.00
20	1+900	2+000	20	0.00	0.00
21	2+000	2+100	21	0.00	0.00
22	2+100	2+200	22	1.00	0.00
23	2+200	2+300	23	0.00	0.00
24	2+300	2+400	24	0.00	0.00
25	2+400	2+500	25	4.00	2.00
26	2+500	2+600	26	4.00	2.00
27	2+600	2+700	27	3.00	3.00
28	2+700	2+800	28	0.00	1.00
29	2+800	2+900	29	0.00	0.00
30	2+900	3+000	30	0.00	1.00
31	3+000	3+100	31	0.00	1.00
32	3+100	3+200	32	0.00	1.00
33	3+200	3+300	33	0.00	0.00
34	3+300	3+400	34	1.00	2.00
35	3+400	3+500	35	1.00	2.00
36	3+500	3+600	36	1.00	2.00
37	3+600	3+700	37	3.00	2.00
38	3+700	3+800	38	3.00	2.00
39	3+800	3+900	39	3.00	2.00
40	3+900	4+000	40	3.00	1.00

#### 4.1.6 ÍNDICE DEL DETERIORO SUPERFICIAL (Is)

Habiendo obtenido los valores de los índices de fisuración (If) y deformación (Id) proseguí con el cálculo de índice de deterioro superficial (Is).

Utilizando una vez más el gráfico 4 obtuve los valores del índice de deterioro superficial (Is) para de esta manera poder clasificar cada unidad de muestra en mérito a su (Is) obtenido utilizando para tal fin la tabla 8: Clasificación del estado de superficie del pavimento según VIZIR que se ubica en el ítem 2.2.2.4.3 pertenecientes al marco teórico de la investigación.

*Tabla 60: Resumen del índice de deterioro superficial (Is)  
Fuente: Elaboración propia*

ITEM	PROGRESIVA		U.M.	INDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is)	CALIFICACIÓN
	INICIAL	FINAL			
01	0+000	0+100	01	3.00	Regular
02	0+100	0+200	02	3.00	Regular
03	0+200	0+300	03	3.00	Regular
04	0+300	0+400	04	3.00	Bueno
05	0+400	0+500	05	3.00	Regular
06	0+500	0+600	06	3.00	Regular
07	0+600	0+700	07	3.00	Regular
08	0+700	0+800	08	5.00	Deficiente
09	0+800	0+900	09	5.00	Deficiente
10	0+900	1+000	10	3.00	Regular
11	1+000	1+100	11	3.00	Regular
12	1+100	1+200	12	3.00	Regular
13	1+200	1+300	13	3.00	Regular
14	1+300	1+400	14	3.00	Regular
15	1+400	1+500	15	3.00	Regular
16	1+500	1+600	16	2.00	Regular
17	1+600	1+700	17	3.00	Regular
18	1+700	1+800	18	3.00	Regular
19	1+800	1+900	19	1.00	Bueno
20	1+900	2+000	20	1.00	Bueno
21	2+000	2+100	21	1.00	Bueno
22	2+100	2+200	22	3.00	Regular
23	2+200	2+300	23	1.00	Bueno
24	2+300	2+400	24	1.00	Bueno
25	2+400	2+500	25	6.00	Deficiente
26	2+500	2+600	26	6.00	Deficiente
27	2+600	2+700	27	5.00	Deficiente
28	2+700	2+800	28	2.00	Bueno
29	2+800	2+900	29	1.00	Bueno

30	2+900	3+000	30	2.00	Bueno
31	3+000	3+100	31	2.00	Bueno
32	3+100	3+200	32	2.00	Bueno
33	3+200	3+300	33	1.00	Bueno
34	3+300	3+400	34	3.00	Regular
35	3+400	3+500	35	3.00	Regular
36	3+500	3+600	36	3.00	Regular
37	3+600	3+700	37	5.00	Deficiente
38	3+700	3+800	38	5.00	Deficiente
39	3+800	3+900	39	5.00	Deficiente
40	3+900	4+000	40	4.00	Regular
<b>Promedio</b>				<b>3.00</b>	<b>Regular</b>

#### **4.1.7 GRAFICO DEL ÍNDICE DE DETERIRO DEL PAVIMENTO**

##### **FLEXIBLE (Is)**

El grafico que presento a continuación fue elaborado en base a toda la información obtenida con antelación en los ítems anteriores. En el grafico se aprecia un eje cartesiano donde las abscisas son representadas por las progresivas de la vía en estudio y el eje de las ordenadas es representado por el índice de deterioro superficial (Is) que fluctúan entre los valores 0 y 7.

Además de ello en el grafico se aprecia el índice de deterioro superficial (Is) de cada unidad de muestra utilizada para este método, así como el índice de deterioro superficial promedio (Is) del Jr. Petrona Apolaya.

DETERMINACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES MEDIANTE LOS MÉTODOS VIZIR  
Y PCI DEL JR. PETRONA APOLAYA -CHUPACA-2022

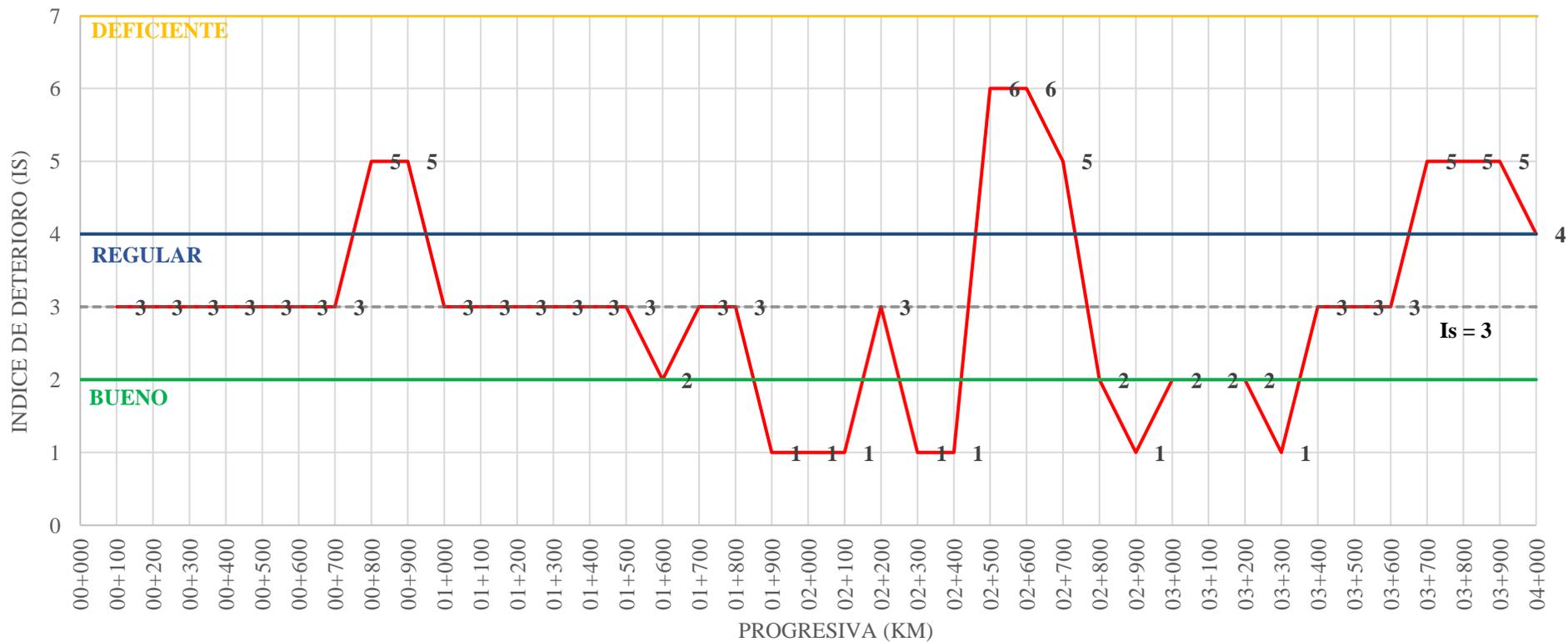


Gráfico 5: Índice de deterioro superficial (Is) del Jr. Petrona Apolaya  
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 METODOLOGÍA PCI ASTM D6433

### 4.2.1 MESURA DEL TRAMO EN ESTUDIO

#### 4.2.1.1 MESURA LONGITUDINAL DEL TRAMO EN ESTUDIO

Se inicio la medición longitudinal del Jr. Petrona Apolaya en la intersección con el Jr. Alonso Mercadillo y se finalizó en la intersección con el Jr. 28 de Julio, la medición precisó de un odómetro profesional cuyos resultados se exponen a continuación:

*Tabla 61: Mesura longitudinal del tramo en estudio  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Sentido		Distancia (m)	Distancia promedio (m)
1	Jr. Alonso Mercadillo	Jr. 28 de Julio	4001.25	4000.00
2	Jr. 28 de Julio	Jr. Alonso Mercadillo	3998.75	

#### 4.2.1.2 MESURA TRANSVERSAL DEL TRAMO EN ESTUDIO

La medición transversal del Jr. Petrona Apolaya precisó de un flexómetro profesional cuyos resultados se exponen a continuación:

*Tabla 62: Mesura transversal del tramo en estudio  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Progresiva	Ancho calzada (m)	Promedio (m)
01	0+000	8.47	8.50
02	0+100	8.51	
03	0+200	8.53	
04	0+300	8.48	
05	0+400	8.57	
06	0+500	8.53	
07	0+600	8.49	
08	0+700	8.47	
09	0+800	8.52	
10	0+900	8.43	

11	1+000	8.50
12	1+100	8.52
13	1+200	8.56
14	1+300	8.48
15	1+400	8.54
16	1+500	8.44
17	1+600	8.52
18	1+700	8.43
19	1+800	8.57
20	1+900	8.53
21	2+000	8.49
22	2+100	8.47
23	2+200	8.52
24	2+300	8.43
25	2+400	8.47
26	2+500	8.51
27	2+600	8.53
28	2+700	8.48
29	2+800	8.57
30	2+900	8.50
31	3+000	8.44
32	3+100	8.48
33	3+200	8.54
34	3+300	8.52
35	3+400	8.56
36	3+500	8.56
37	3+600	8.48
38	3+700	8.54
39	3+800	8.44
40	3+900	8.52
41	4+000	8.43

#### 4.2.2 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN (N)

La norma ASTM D6433, inciso (2.1.7) menciona que el área de muestreo es:  $225 \pm 90$  m<sup>2</sup>, por tanto:

Tabla 63: Cálculo de la población (N)  
Fuente: Elaboración propia

Área de la muestra (m <sup>2</sup> )	Mínimo	Máximo
		135.00
Tramo a estudiar (Km)	0+000	4+000
Longitud de la vía (m)	4000.00	

<b>Ancho de calzada (m)</b>	8.50
<b>Longitud de muestra (m)</b>	30.00
<b>Área de la muestra (m2)</b>	<b>255.00</b>
<b>Población (unidad)</b>	<b>133</b>

### 4.2.3 CÁLCULO DE LA MUESTRA (n)

La norma ASTM D6433, inciso (7.5.2) brinda la siguiente ecuación para el cálculo de la muestra:

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

Donde:

e = Error aceptable en la estimación del PCI, e = ± 5.

s = Desviación estándar del PCI, s = 10 para pavimentos AC.

N = Población

*Tabla 64: Cálculo de la muestra (n)  
Fuente: Elaboración propia*

<b>Población (unidad)</b>	133
<b>Error admisible</b>	5
<b>Desviación estándar</b>	10
<b>Muestra (unidad)</b>	14

### 4.2.4 INTERVALO DE MUESTREO (i)

La norma ASTM D6433, inciso (7.5.3) brinda la siguiente ecuación para el cálculo del intervalo de muestreo:

$$i = N/n$$

Donde:

N = Población

n = Muestra

Tabla 65: Intervalo de Muestreo (i)  
Fuente: Elaboración propia

<b>Población (N)</b>	133
<b>Muestra (n)</b>	14
<b>Intervalo de muestreo (i)</b>	10

#### 4.2.5 ESQUEMA DE MUESTRO

El esquema de muestreo fue elaborado tomando en consideración a la población (N), la muestra (n) y el intervalo de muestreo (i).

<b>0+000</b>	<b>0+030</b>	<b>0+060</b>	<b>0+090</b>	<b>0+120</b>	<b>0+150</b>	<b>0+180</b>	<b>0+210</b>	<b>0+240</b>	<b>0+270</b>	<b>0+300</b>
<b>U.M. 01</b>										
<b>0+300</b>	<b>0+330</b>	<b>0+360</b>	<b>0+390</b>	<b>0+420</b>	<b>0+450</b>	<b>0+480</b>	<b>0+510</b>	<b>0+540</b>	<b>0+570</b>	<b>0+600</b>
<b>U.M. 02</b>										
<b>0+600</b>	<b>0+630</b>	<b>0+660</b>	<b>0+690</b>	<b>0+720</b>	<b>0+750</b>	<b>0+780</b>	<b>0+810</b>	<b>0+840</b>	<b>0+870</b>	<b>0+900</b>
<b>U.M. 03</b>										
<b>0+900</b>	<b>0+930</b>	<b>0+960</b>	<b>0+990</b>	<b>1+020</b>	<b>1+050</b>	<b>1+080</b>	<b>1+110</b>	<b>1+140</b>	<b>1+170</b>	<b>1+200</b>
<b>U.M. 04</b>										
<b>1+200</b>	<b>1+230</b>	<b>1+260</b>	<b>1+290</b>	<b>1+320</b>	<b>1+350</b>	<b>1+380</b>	<b>1+410</b>	<b>1+440</b>	<b>1+470</b>	<b>1+500</b>
<b>U.M. 05</b>										
<b>1+500</b>	<b>1+530</b>	<b>1+560</b>	<b>1+590</b>	<b>1+620</b>	<b>1+650</b>	<b>1+680</b>	<b>1+710</b>	<b>1+740</b>	<b>1+770</b>	<b>1+800</b>
<b>U.M. 06</b>										
<b>1+800</b>	<b>1+830</b>	<b>1+860</b>	<b>1+890</b>	<b>1+920</b>	<b>1+950</b>	<b>1+980</b>	<b>2+010</b>	<b>2+040</b>	<b>2+070</b>	<b>2+100</b>
<b>U.M. 07</b>										
<b>2+100</b>	<b>2+130</b>	<b>2+160</b>	<b>2+190</b>	<b>2+220</b>	<b>2+250</b>	<b>2+280</b>	<b>2+310</b>	<b>2+340</b>	<b>2+370</b>	<b>2+400</b>
<b>U.M. 08</b>										
<b>2+400</b>	<b>2+430</b>	<b>2+460</b>	<b>2+490</b>	<b>2+520</b>	<b>2+550</b>	<b>2+580</b>	<b>2+610</b>	<b>2+640</b>	<b>2+670</b>	<b>2+700</b>
<b>U.M. 09</b>										
<b>2+700</b>	<b>2+730</b>	<b>2+760</b>	<b>2+790</b>	<b>2+820</b>	<b>2+850</b>	<b>2+880</b>	<b>2+910</b>	<b>2+940</b>	<b>2+970</b>	<b>3+000</b>
<b>U.M. 10</b>										

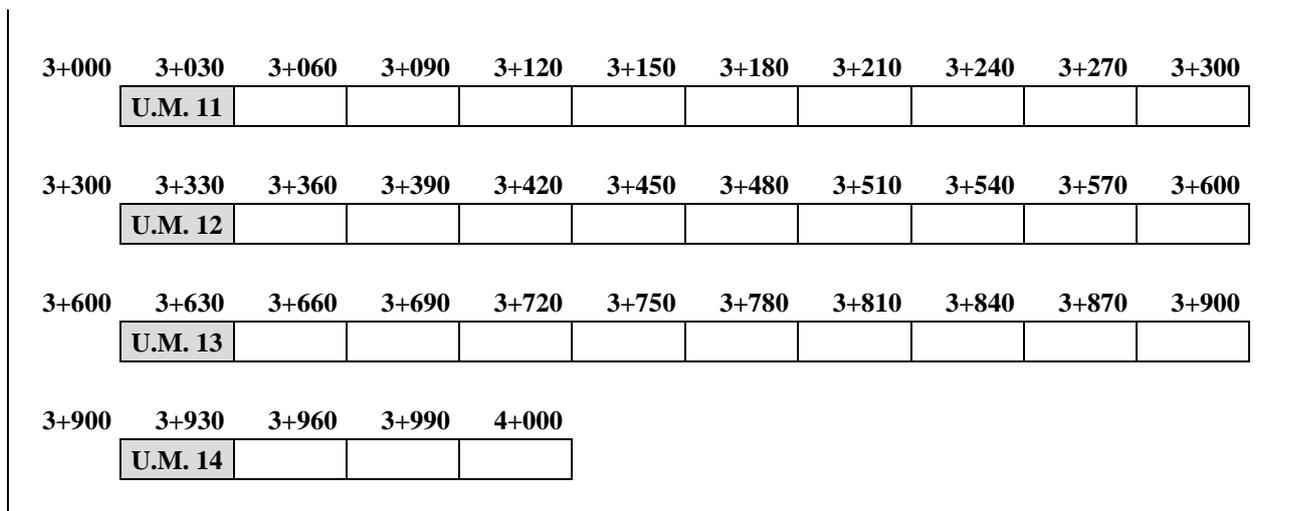


Gráfico 6: Esquema de muestreo Jr. Petrona Apolaya  
Fuente: elaboración propia

#### 4.2.6 EVALUACIÓN DE FALLAS

Las fallas se evaluaron en campo con el uso de la hoja de datos dotado por la norma ASTM D6433 y la matriz de fallas para la evaluación de pavimentos flexibles, para su posterior relevamiento de datos en el programa Microsoft Excel obteniendo así las siguientes tablas:

Tabla 66: Evaluación de fallas unidad de muestra 01  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	0+000	0+030	7	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
02	0+000	0+030	7	M	m	8.50	0.00	1.00	40.00
03	0+000	0+030	11	L	m <sup>2</sup>	4.25	6.24	1.54	1.93
04	0+000	0+030	11	M	m <sup>2</sup>	0.00	7.51	7.58	0.27
05	0+000	0+030	11	L	m <sup>2</sup>	8.05	0.00	0.45	0.68
06	0+000	0+030	1	L	m <sup>2</sup>	0.23	0.00	0.52	30.00
07	0+000	0+030	1	L	m <sup>2</sup>	7.79	5.42	0.49	30.00
08	0+000	0+030	19	L	m <sup>2</sup>	0.00	0.00	8.50	30.00

Tabla 67: Evaluación de fallas unidad de muestra 02  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	0+300	0+330	1	L	m <sup>2</sup>	0.21	0.00	0.52	30.00

02	0+300	0+330	1	L	m2	7.81	5.37	0.49	30.00
03	0+300	0+330	13	L	Unidad	0.41	15.90	0.72	0.43
04	0+300	0+330	19	L	m2	0.00	0.00	8.50	30.00

Tabla 68: Evaluación de fallas unidad de muestra 03  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	0+600	0+630	13	L	Unidad	0.40	1.31	6.75	4.50
02	0+600	0+630	13	L	Unidad	6.08	5.65	2.02	6.42
03	0+600	0+630	7	L	m	0.00	0.00	1.00	30.00
04	0+600	0+630	7	L	m	7.50	0.00	1.00	30.00
05	0+600	0+630	19	L	m2	0.00	0.00	8.50	30.00
06	0+600	0+630	15	L	m2	1.75	0.00	0.82	30.00
07	0+600	0+630	1	L	m2	7.81	5.37	0.67	30.00

Tabla 69: Evaluación de fallas unidad de muestra 04  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	0+900	0+930	19	M	m2	0.00	0.00	8.50	30.00
02	0+900	0+930	9	L	m	0.00	0.00	1.00	30.00
03	0+900	0+930	9	L	m	7.50	0.00	1.00	30.00
04	0+900	0+930	11	L	m2	2.34	1.98	0.48	0.51
05	0+900	0+930	11	M	m2	5.23	26.87	0.39	0.45
06	0+900	0+930	11	M	m2	7.02	19.60	0.78	0.53

Tabla 70: Evaluación de fallas unidad de muestra 05  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	1+200	1+230	19	L	m2	0.00	0.00	8.50	30.00
02	1+200	1+230	9	L	m	0.00	0.00	1.00	30.00
03	1+200	1+230	9	L	m	7.50	0.00	1.00	30.00
04	1+200	1+230	13	M	Unidad	1.19	3.96	0.88	5.13

Tabla 71: Evaluación de fallas unidad de muestra 06  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)

01	1+500	1+530	13	L	Unidad	3.51	0.61	0.86	2.17
02	1+500	1+530	11	L	m2	0.00	2.90	8.50	2.94
03	1+500	1+530	19	L	m2	0.00	0.00	8.50	30.00
04	1+500	1+530	7	L	m	0.00	0.00	1.00	30.00
05	1+500	1+530	7	L	m	7.50	0.00	1.00	30.00
06	1+500	1+530	11	M	m2	7.62	5.85	0.88	3.29
07	1+500	1+530	13	M	Unidad	7.19	11.23	0.92	0.64
08	1+500	1+530	13	M	Unidad	0.75	9.19	1.69	1.31
09	1+500	1+530	13	M	Unidad	2.38	16.55	0.57	0.49
10	1+500	1+530	13	L	Unidad	2.49	20.17	0.92	1.07
11	1+500	1+530	13	L	Unidad	4.35	21.02	0.62	3.26

Tabla 72: Evaluación de fallas unidad de muestra 07  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	1+800	1+830	19	L	m2	0.00	0.00	8.50	30.00
02	1+800	1+830	7	L	m	0.00	0.00	1.00	30.00
03	1+800	1+830	7	L	m	8.50	0.00	1.00	30.00
04	1+800	1+830	9	L	m	0.00	0.00	1.00	30.00
05	1+800	1+830	9	L	m	8.50	0.00	1.00	30.00

Tabla 73: Evaluación de fallas unidad de muestra 08  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	2+100	2+130	13	L	Unidad	5.19	26.92	0.27	0.44
02	2+100	2+130	13	L	Unidad	4.10	27.44	0.49	0.50
03	2+100	2+130	11	L	m2	4.41	23.08	0.89	1.71
04	2+100	2+130	19	L	m2	0.00	0.00	8.50	30.00
05	2+100	2+130	7	L	m	0.00	0.00	1.00	30.00
06	2+100	2+130	7	L	m	8.50	0.00	1.00	30.00
07	2+100	2+130	9	L	m	0.00	0.00	1.00	30.00
08	2+100	2+130	9	L	m2	7.50	0.00	1.00	30.00

Tabla 74: Evaluación de fallas unidad de muestra 09  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	2+400	2+430	11	L	M2	6.15	2.15	0.73	0.98
02	2+400	2+430	11	L	M2	4.01	4.75	2.67	2.13

03	2+400	2+430	11	M	m2	0.00	7.15	8.50	4.14
04	2+400	2+430	13	L	Unidad	7.36	2.26	0.75	1.74
05	2+400	2+430	10	L	m	0.00	8.21	8.50	0.00
06	2+400	2+430	10	L	m	0.00	7.02	8.50	0.00
07	2+400	2+430	13	L	Unidad	4.78	12.03	1.70	1.99
08	2+400	2+430	13	M	Unidad	4.14	6.76	0.87	0.80
09	2+400	2+430	13	M	Unidad	3.74	20.05	1.59	1.02
10	2+400	2+430	11	M	M2	0.00	11.37	2.33	4.21
11	2+400	2+430	13	L	Unidad	0.20	17.14	0.58	0.59
12	2+400	2+430	11	L	M2	0.00	18.23	1.10	0.83
13	2+400	2+430	13	L	Unidad	1.96	20.82	0.42	0.41
14	2+400	2+430	11	L	M2	0.98	21.97	0.52	0.47
15	2+400	2+430	11	L	M2	2.95	22.82	1.25	1.25
16	2+400	2+430	11	L	M2	0.60	23.42	1.89	1.18
17	2+400	2+430	11	L	M2	0.99	27.13	1.36	0.64
18	2+400	2+430	13	M	Unidad	1.60	25.33	2.05	1.43
19	2+400	2+430	7	M	m	0.00	0.00	1.00	30.00
20	2+400	2+430	7	M	m	7.50	0.00	1.00	30.00
21	2+400	2+430	19	L	M2	0.00	0.00	8.50	30.00

Tabla 75: Evaluación de fallas unidad de muestra 10

Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	2+700	2+730	13	M	Unidad	4.19	29.36	0.46	0.64
02	2+700	2+730	10	M	m	0.23	18.73	0.00	8.27
03	2+700	2+730	19	L	m2	0.00	0.00	8.50	30.00
04	2+700	2+730	7	M	m	0.00	0.00	1.00	30.00
05	2+700	2+730	7	M	m	8.50	0.00	1.00	30.00
06	2+700	2+730	13	L	Unidad	4.74	3.84	0.52	0.70

Tabla 76: Evaluación de fallas unidad de muestra 11

Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	3+000	3+030	7	M	m	0.00	0.00	1.00	30.00
02	3+000	3+030	7	M	m	8.50	0.00	1.00	30.00
03	3+000	3+030	19	M	m2	0.00	0.00	4.27	30.00
04	3+000	3+030	10	L	m	0.00	0.00	0.00	30.00
05	3+000	3+030	12	L	m2	4.27	0.00	4.23	30.00

Tabla 77: Evaluación de fallas unidad de muestra 12  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	3+300	3+330	11	L	m2	3.68	12.34	0.89	1.90
02	3+300	3+330	19	M	m	0.00	0.00	8.50	30.00
03	3+300	3+330	7	M	m	0.00	0.00	1.00	30.00
04	3+300	3+330	7	L	m	8.50	0.00	1.00	30.00

Tabla 78: Evaluación de fallas unidad de muestra 13  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	3+600	3+630	13	M	Unidad	2.27	21.65	0.71	0.75
02	3+600	3+630	1	M	m2	3.63	0.00	2.80	30.00
03	3+600	3+630	11	L	m2	4.24	4.11	0.47	0.55
04	3+600	3+630	19	L	m2	0.00	0.00	7.54	30.00

Tabla 79: Evaluación de fallas unidad de muestra 14  
Fuente: elaboración propia

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Ubicación		Dimensiones	
						X (m)	Y (m)	Ancho (m)	Largo (m)
01	3+900	3+930	1	M	m2	3.15	0.00	2.80	30.00
02	3+900	3+930	19	L	m	0.00	0.00	8.50	30.00
03	3+900	3+930	11	L	m	4.18	28.19	0.87	0.82

#### 4.2.7 CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS

El cálculo de los valores deducidos fue un proceso automatizado debido a que el programa EvalPav permite importar datos desde el programa Microsoft Excel por tanto se expone a continuación los valores obtenidos en este proceso:

Tabla 80: Valores deducidos unidad de muestra 01  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	0+000	0+030	1	L	14.70	15.60					30.30	11.90	35.00
02	0+000	0+030	11	L	0.30	3.00					3.30	1.30	2.00

03	0+000	0+030	11	M	2.0						2.00	0.80	<b>9.00</b>
04	0+000	0+030	19	L	255.00						255.00	100.00	<b>16.00</b>
05	0+000	0+030	7	L	80.00						80.00	31.40	<b>24.00</b>

Tabla 81: Tabla 82: Valores deducidos unidad de muestra 02  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	0+300	0+330	1	L	14.70	15.60					30.30	11.90	<b>35.00</b>
02	0+300	0+330	13	L	0.30						0.30	0.10	<b>3.00</b>
03	0+300	0+330	19	L	255.00						255.00	100.00	<b>16.00</b>

Tabla 83: Tabla 84: Valores deducidos unidad de muestra 03  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	0+720	0+760	1	L	20.10						20.10	7.90	30.00
02	0+720	0+760	13	L	13.00	30.40					43.30	17.00	44.00
03	0+720	0+760	15	L	24.60						24.60	9.70	28.00
04	0+720	0+760	19	L	255.00						255.00	100.00	16.00
05	0+720	0+760	7	L	60.00						60.00	23.50	9.00

Tabla 85: Tabla 86: Valores deducidos unidad de muestra 04  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	0+900	0+930	11	L	0.20						0.20	0.10	0.00
02	0+900	0+930	11	M	0.20	0.40					0.60	0.20	4.00
03	0+900	0+930	19	M	255.00						255.00	100.00	43.00
04	0+900	0+930	9	L	60.00						60.00	23.50	9.00

Tabla 87: Tabla 88: Valores deducidos unidad de muestra 05  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	1+200	1+230	13	M	4.50						4.50	1.80	43.00
02	1+200	1+230	19	L	255.00						255.00	100.00	16.00
03	1+200	1+230	9	L	60.00						60.00	23.50	9.00

Tabla 89: Tabla 90: Valores deducidos unidad de muestra 06  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	1+500	1+530	11	L	25.00						25.00	9.80	16.00

02	1+500	1+530	11	M	2.90						2.90	1.10	11.00
03	1+500	1+530	13	L	1.00	1.90	2.00				4.90	1.90	33.00
04	1+500	1+530	13	M	0.30	0.60	2.22				3.10	1.20	35.00
05	1+500	1+530	19	L	255.00						255.00	100.00	16.00
06	1+500	1+530	7	L	60.00						60.00	23.50	9.00

Tabla 91: Valores deducidos unidad de muestra 07  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	1+800	1+830	19	L	255.00						255.00	100.00	16.00
02	1+800	1+830	7	L	60.00						60.00	23.50	9.00
03	1+800	1+830	9	L	60.00						60.00	23.50	9.00

Tabla 92: Valores deducidos unidad de muestra 08  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	2+100	2+130	11	L	1.50						1.50	0.60	1.00
02	2+100	2+130	13	L	0.10	0.20					0.40	0.10	3.00
03	2+100	2+130	19	L	255.00						255.00	100.00	16.00
04	2+100	2+130	7	L	60.00						60.00	23.50	9.00
05	2+100	2+130	9	L	60.00						60.00	23.50	9.00

Tabla 93: Valores deducidos unidad de muestra 09  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	2+400	2+430	10	L	17.00						17.00	6.70	7.00
02	2+400	2+430	11	L	0.20	0.70	0.90	0.90	1.60	2.20	5.70	4.80	10.00
03	2+400	2+430	11	M	9.80	35.20					45.00	17.70	42.00
04	2+400	2+430	13	L	0.20	0.30	1.30	3.40			5.20	2.00	34.00
05	2+400	2+430	13	M	0.70	1.60	2.90				5.20	2.10	46.00
06	2+400	2+430	19	L	255.00						255.00	100.00	16.00
07	2+400	2+430	7	M	60.00						60.00	23.50	22.00

Tabla 94: Valores deducidos unidad de muestra 10  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	2+700	2+730	10	M	8.30						8.30	3.20	8.00
02	2+700	2+730	13	L	0.40						0.40	0.10	3.00
03	2+700	2+730	13	M	0.30						0.30	0.10	7.00

04	2+700	2+730	19	L	255.00						255.00	100.00	16.00
05	2+700	2+730	7	M	60.00						60.00	23.50	22.00

Tabla 95: Valores deducidos unidad de muestra 11

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	3+000	3+330	10	L	30.00						30.00	11.80	8.00
02	3+000	3+330	12	L	126.90						126.90	49.80	0.00
03	3+000	3+330	19	M	128.10						128.10	50.20	34.00
04	3+000	3+330	7	M	60.00						60.00	23.50	22.00

Tabla 96: Valores deducidos unidad de muestra 12

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	3+300	3+330	11	L	1.70						1.70	0.70	1.00
02	3+300	3+330	19	M	255.00						255.00	100.00	43.00
03	3+300	3+330	7	L	30.00						30.00	11.80	6.00
04	3+300	3+330	7	M	30.00						30.00	11.80	15.00

Tabla 97: Valores deducidos unidad de muestra 13

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	3+600	3+630	1	M	84.00						84.00	32.90	58.00
02	3+600	3+630	11	L	0.30						0.30	0.10	0.00
03	3+600	3+630	13	M	0.50						0.50	0.20	10.00
04	3+600	3+630	19	L	226.20						226.20	88.70	16.00

Tabla 98: Valores deducidos unidad de muestra 14

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	3+900	3+930	1	M	84.00						84.00	32.90	58.00
02	3+900	3+930	11	L	0.70						0.70	0.30	0.00
03	3+900	3+930	19	L	226.20						226.20	88.70	16.00

#### 4.2.8 CALCULO DEL NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)

Debido a la inmensa versatilidad ofrece el programa EvalPav es posible calcular de manera inmediata el número máximo de valores deducidos. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 99: Número máximo de valores deducidos (m)  
Fuente: EvalPav

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m
			Inicial	Final	
01	255.00	01	0+000	0+030	<b>7.00</b>
02	255.00	02	0+300	0+330	<b>7.00</b>
03	255.00	03	0+600	0+630	<b>6.10</b>
04	255.00	04	0+900	0+930	<b>6.20</b>
05	255.00	05	1+200	1+230	<b>6.20</b>
06	255.00	06	1+500	1+530	<b>7.00</b>
07	255.00	07	1+800	1+830	<b>8.70</b>
08	255.00	08	2+100	1+130	<b>8.70</b>
09	255.00	09	2+400	1+430	<b>6.00</b>
10	255.00	10	2+700	2+730	<b>8.20</b>
11	255.00	11	3+000	2+030	<b>7.10</b>
12	255.00	12	3+300	2+330	<b>6.20</b>
13	255.00	13	3+600	2+630	<b>4.90</b>
14	255.00	14	3+900	3+930	<b>4.90</b>

#### 4.2.9 CALCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

Debido a la inmensa versatilidad que ofrece el programa EvalPav es posible calcular de manera inmediata el máximo valor deducido corregido. Los resultados obtenidos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 100: Máximo valor deducido corregido (VDC)  
Fuente: EvalPav

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC
			Inicial	Final		
01	255.00	01	0+000	0+030	<b>7.00</b>	<b>51.00</b>

02	255.00	02	0+300	0+330	<b>7.00</b>	<b>39.00</b>
03	255.00	03	0+600	0+630	<b>6.10</b>	<b>68.00</b>
04	255.00	04	0+900	0+930	<b>6.20</b>	<b>47.00</b>
05	255.00	05	1+200	1+230	<b>6.20</b>	<b>47.00</b>
06	255.00	06	1+500	1+530	<b>7.00</b>	<b>59.00</b>
07	255.00	07	1+800	1+830	<b>8.70</b>	<b>20.00</b>
08	255.00	08	2+100	1+130	<b>8.70</b>	<b>23.00</b>
09	255.00	09	2+400	1+430	<b>6.00</b>	<b>82.00</b>
10	255.00	10	2+700	2+730	<b>8.20</b>	<b>32.00</b>
11	255.00	11	3+000	2+030	<b>7.10</b>	<b>43.00</b>
12	255.00	12	3+300	2+330	<b>6.20</b>	<b>48.00</b>
13	255.00	13	3+600	2+630	<b>4.90</b>	<b>62.00</b>
14	255.00	14	3+900	3+930	<b>4.90</b>	<b>60.00</b>

#### 4.2.10 CALCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)

Gracias a las bondades y características del programa EvalPav es que se hace posible el cálculo inmediato del índice de condición del pavimento flexible (PCI). A continuación, los resultados obtenidos se presentan a manera de tabla:

Tabla 101: Índice de condición del pavimento flexible (PCI)  
Fuente: EvalPav

Ítem	Área (m2)	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC	PCI	Clasificación
			Inicial	Final				
01	255.00	01	0+000	0+030	<b>7.00</b>	<b>51.00</b>	<b>49.00</b>	<b>Regular</b>
02	255.00	02	0+300	0+330	<b>7.00</b>	<b>39.00</b>	<b>61.00</b>	<b>Bueno</b>
03	255.00	03	0+600	0+630	<b>6.10</b>	<b>68.00</b>	<b>32.00</b>	<b>Pobre</b>
04	255.00	04	0+900	0+930	<b>6.20</b>	<b>47.00</b>	<b>53.00</b>	<b>Regular</b>
05	255.00	05	1+200	1+230	<b>6.20</b>	<b>47.00</b>	<b>53.00</b>	<b>Regular</b>
06	255.00	06	1+500	1+530	<b>7.00</b>	<b>59.00</b>	<b>41.00</b>	<b>Regular</b>
07	255.00	07	1+800	1+830	<b>8.70</b>	<b>20.00</b>	<b>80.00</b>	<b>Muy bueno</b>
08	255.00	08	2+100	1+130	<b>8.70</b>	<b>23.00</b>	<b>77.00</b>	<b>Muy bueno</b>
09	255.00	09	2+400	1+430	<b>6.00</b>	<b>82.00</b>	<b>18.00</b>	<b>Muy pobre</b>
10	255.00	10	2+700	2+730	<b>8.20</b>	<b>32.00</b>	<b>68.00</b>	<b>Bueno</b>
11	255.00	11	3+000	2+030	<b>7.10</b>	<b>43.00</b>	<b>57.00</b>	<b>Bueno</b>
12	255.00	12	3+300	2+330	<b>6.20</b>	<b>48.00</b>	<b>52.00</b>	<b>Regular</b>
13	255.00	13	3+600	2+630	<b>4.90</b>	<b>62.00</b>	<b>38.00</b>	<b>Pobre</b>
14	255.00	14	3+900	3+930	<b>4.90</b>	<b>60.00</b>	<b>40.00</b>	<b>Regular</b>

Promedio	51.00	Regular
----------	-------	---------

#### **4.2.11 GRAFICO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**

##### **FLEXIBLE (PCI)**

Con los datos obtenidos del programa EvalPav se elabora el siguiente grafico que detalla con significativo detalle el índice de condición del pavimento flexible del Jr. Petrona Apolaya.

En el grafico se puede apreciar que en el eje de las abscisas se encuentran las progresivas pertenecientes al Jr. Petrona Apolaya y en el eje de las ordenadas el PCI que fluctúa entre los valores de 0 a 100. Además de todo lo expuesto líneas atrás se observa el PCI de cada unidad de muestra, así como también el PCI promedio del Jr. Petrona Apolaya que evidencia una vez más el estado del pavimento el cual es regular.

DETERMINACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLES MEDIANTE LOS MÉTODOS VIZIR  
Y PCI DEL JR. PETRONA APOLAYA -CHUPACA-2022



Gráfico 7: Índice de condición del pavimento flexible (PCI) del Jr. Petrona Apolaya  
Fuente: EvalPav

#### 4.2.12 DIFERENCIAS ENTRE LAS METODOLOGÍAS VIZIR INV E 813 Y PCI ASTM D6433

##### 4.2.12.1 METODOLOGÍA VIZIR INV E 813

La metodología VIZIR INV E 813 obedece el siguiente flujograma horizontal de etapas obligadas para el cálculo del índice de deterioro superficial ( $I_s$ ).

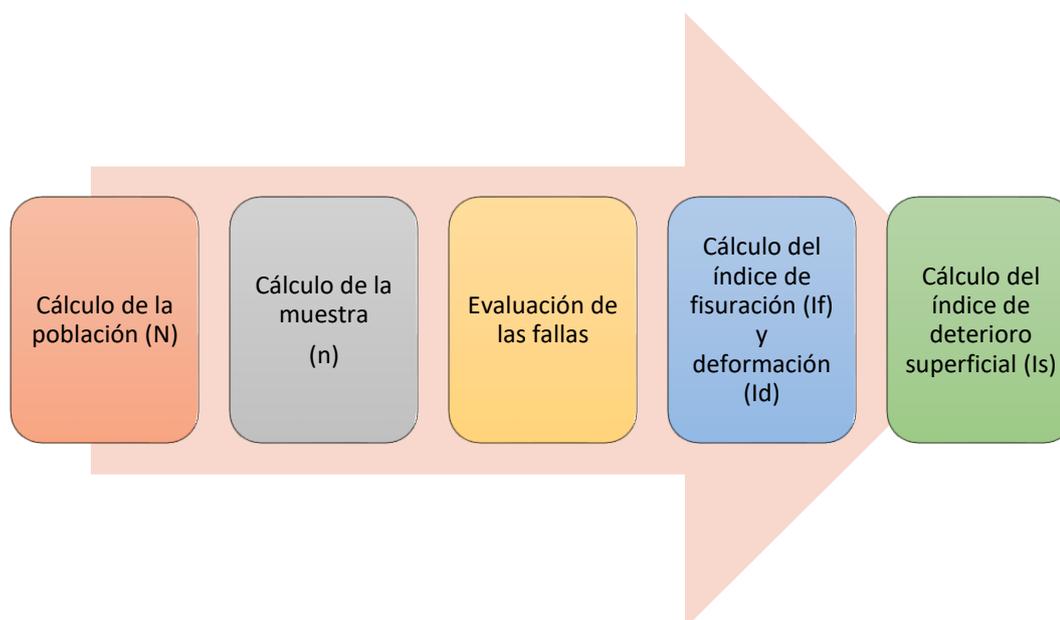


Gráfico 8 Flujograma horizontal metodología VIZIR INV E 813  
Fuente: (INVIAS, 2013)

##### 4.2.12.2 METODOLOGÍAS PCI ASTM D6433

La metodología PCI ASTM D6433 obedece el siguiente flujograma horizontal de etapas obligadas para el cálculo del índice de condición del pavimento (PCI).

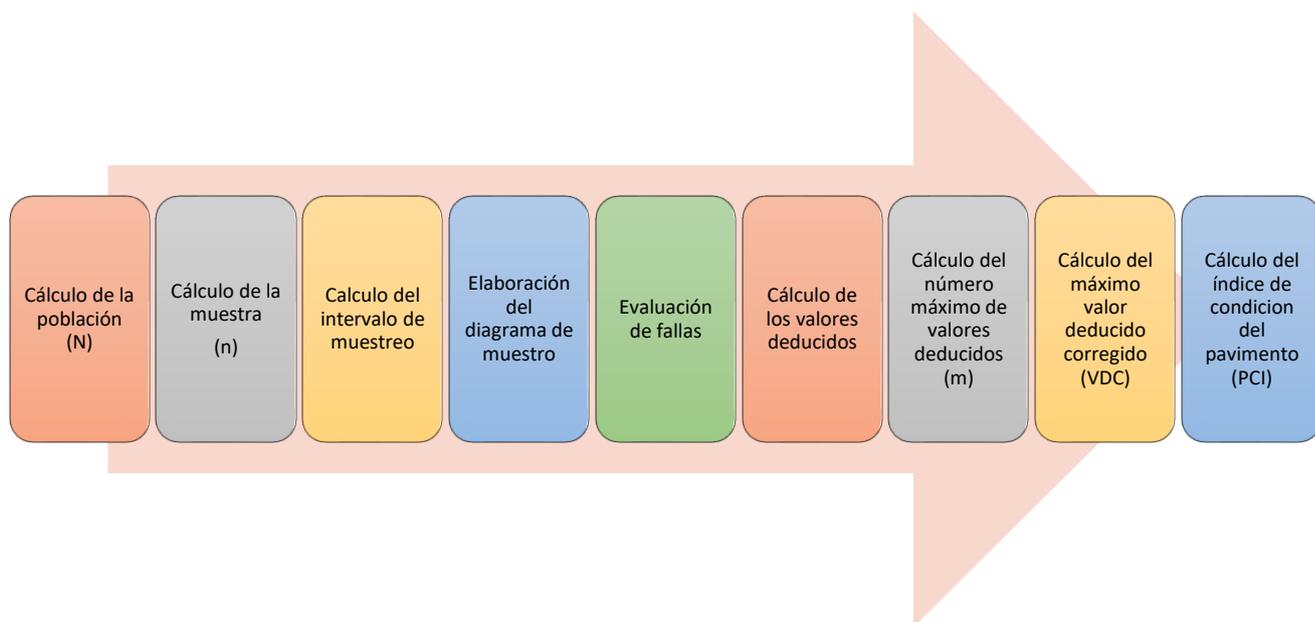


Gráfico 9: Flujograma horizontal metodología PCI ASTM D6433  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)

Por lo expuesto anteriormente ambas metodologías divergen en el procedimiento para determinar la condición del pavimento en estudio, no obstante, las diferencias más marcadas surgen en elegir el método que más se ajuste a las necesidades del investigador, profesional, o cualquier persona que este preocupado por conocer el estado del pavimento en estudio.

Por tanto, elaboro la siguiente tabla comparativa para marcar las diferencias mas importantes de ambas metodologías con la facilidad de dar a conocer una guía rápida de fácil entendimiento para la mejor selección ambas metodologías.

Tabla 102: Tópicos de las metodologías VIZIR INV E 813 y PCI ASTM D6433  
Fuente: Elaboración propia

	Metodología		Comentario	
	VIZIR INV E 813	PCI ASTM D6433	VIZIR INV E 813	PCI ASTM D6433
Población (N)	X	X	Se parte del criterio mencionado en el inciso (5.2.1), que menciona que cada unidad de muestra tiene que tener un largo de 100.00 m.	Se calcula en función del inciso (2.1.7) expuesta en la norma

Muestra (n)	X	X	Debido a este método evalúa de forma integral el pavimento en estudio la población y la muestra son o mismo.	Se calcula en función a la formula brindada en el inciso (7.5.2) de la norma
Cálculo del intervalo de muestreo (i)	-	X	No existe necesidad de calcular el intervalo de muestreo debido a que la población y la muestra coinciden en la misma cantidad	Se calcula en función a la formula brindada en el inciso (7.5.3) de la norma
Elaboración del diagrama de muestro	-	X	No existe necesidad de la elaboración de un diagrama de muestreo debido a que la población y la muestra coinciden en la misma cantidad	Se elabora tomando en consideración a la población (N), la muestra (n) y el intervalo de muestreo (i).
Evaluación de las fallas	X	X	Se evalúan los deterioros del tipo A y B	Se evalúan los 19 tipos de fallas comprendidas en esta metodología
Cálculo del índice de deterioro superficial (Is)	X	-	Valor numérico comprendido entre el intervalo 1.00 – 7.00	-
Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI)	-	X	-	Valor numérico comprendido entre el intervalo 0.00 – 100.00
Determinación del estado del estado del pavimento	X	X	Se determina en función del índice de deterioro superficial (Is) obtenido	Se determina en función del índice de condición del pavimento (PCI) obtenido

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1 ESTADO DEL PAVIMENTO

##### 5.1.1 MÉTODO VIZIR INV E 813

La hipótesis general de la investigación parte del supuesto que el estado del pavimento flexible del Jr. Petrona Apolaya aplicando la metodología método VIZIR INV E 813 es deficiente no obstante en el desarrollo de la investigación se obtuvo un Índice de deterioro superficial (Is) promedio de 3.00 lo cual clasifica al Jr. Petrona Apolaya como un pavimento regular basándose en la Tabla 9: Clasificación del estado de superficie del pavimento según VIZIR tal como se muestra en el siguiente cuadro:

*Tabla 103: Clasificación del Jr. Petrona Apolaya según la metodología VIZIR*

*Fuente: Elaboración propia*

ITEM	PROGRESIVA		U.M.	INDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is)	CALIFICACIÓN
	INICIAL	FINAL			
01	0+000	0+100	01	3.00	Regular
02	0+100	0+200	02	3.00	Regular
03	0+200	0+300	03	3.00	Regular
04	0+300	0+400	04	3.00	Bueno
05	0+400	0+500	05	3.00	Regular
06	0+500	0+600	06	3.00	Regular
07	0+600	0+700	07	3.00	Regular
08	0+700	0+800	08	5.00	Deficiente
09	0+800	0+900	09	5.00	Deficiente
10	0+900	1+000	10	3.00	Regular
11	1+000	1+100	11	3.00	Regular
12	1+100	1+200	12	3.00	Regular
13	1+200	1+300	13	3.00	Regular
14	1+300	1+400	14	3.00	Regular

15	1+400	1+500	15	3.00	Regular
16	1+500	1+600	16	2.00	Regular
17	1+600	1+700	17	3.00	Regular
18	1+700	1+800	18	3.00	Regular
19	1+800	1+900	19	1.00	Bueno
20	1+900	2+000	20	1.00	Bueno
21	2+000	2+100	21	1.00	Bueno
22	2+100	2+200	22	3.00	Regular
23	2+200	2+300	23	1.00	Bueno
24	2+300	2+400	24	1.00	Bueno
25	2+400	2+500	25	6.00	Deficiente
26	2+500	2+600	26	6.00	Deficiente
27	2+600	2+700	27	5.00	Deficiente
28	2+700	2+800	28	2.00	Bueno
29	2+800	2+900	29	1.00	Bueno
30	2+900	3+000	30	2.00	Bueno
31	3+000	3+100	31	2.00	Bueno
32	3+100	3+200	32	2.00	Bueno
33	3+200	3+300	33	1.00	Bueno
34	3+300	3+400	34	3.00	Regular
35	3+400	3+500	35	3.00	Regular
36	3+500	3+600	36	3.00	Regular
37	3+600	3+700	37	5.00	Deficiente
38	3+700	3+800	38	5.00	Deficiente
39	3+800	3+900	39	5.00	Deficiente
40	3+900	4+000	40	4.00	Regular
<b>Promedio</b>				<b>3.00</b>	<b>Regular</b>

En contrastación con el resultado obtenido en la investigación actual, los resultados son congruentes con la investigación que realizó el hasta entonces bachiller (ARMAS GIL, 2018) el cual obtuvo un Índice de deterioro superficial (Is) promedio de 3.00 de la carretera Cajabamba – Rio Negro Km (0 + 000 - 12 + 800) el cual clasifica al pavimento como regular basándose en la Tabla 9: Clasificación del estado de superficie del pavimento según VIZIR.

Tabla 104: Clasificación la carretera Cajabamba – Rio Negro según la metodología VIZIR  
Fuente: (ARMAS GIL, 2018)

ITEM	PROGRESIVA		U.M.	INDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is)	CALIFICACIÓN
	INICIAL	FINAL			
1	0+000	0+100	1	2	Bueno
2	0+100	0+200	2	2	Bueno
3	0+200	0+300	3	3	Regular
4	0+300	0+400	4	3	Regular
5	0+400	0+500	5	3	Regular
6	0+500	0+600	6	3	Regular
7	0+600	0+700	7	3	Regular
8	0+700	0+800	8	3	Regular
9	0+800	0+900	9	3	Regular
10	0+900	1+000	10	3	Regular
11	1+000	1+100	11	3	Regular
12	1+100	1+200	12	3	Regular
13	1+200	1+300	13	3	Regular
14	1+300	1+400	14	3	Regular
15	1+400	1+500	15	3	Regular
16	1+500	1+600	16	2	Bueno
17	1+600	1+700	17	2	Bueno
18	1+700	1+800	18	3	Regular
19	1+800	1+900	19	3	Regular
20	1+900	2+000	20	3	Regular
21	2+000	2+100	21	3	Regular
22	2+100	2+200	22	3	Regular
23	2+200	2+300	23	3	Regular
24	2+300	2+400	24	3	Regular
25	2+400	2+500	25	3	Regular
26	2+500	2+600	26	2	Bueno
27	2+600	2+700	27	3	Regular
28	2+700	2+800	28	3	Regular
29	2+800	2+900	29	3	Regular
30	2+900	3+000	30	5	Deficiente
31	3+000	3+100	31	3	Regular
32	3+100	3+200	32	4	Regular
33	3+200	3+300	33	3	Regular
34	3+300	3+400	34	5	Deficiente
35	3+400	3+500	35	3	Regular
36	3+500	3+600	36	3	Regular
37	3+600	3+700	37	5	Deficiente
38	3+700	3+800	38	7	Deficiente
39	3+800	3+900	39	3	Regular

40	3+900	4+000	40	3	Regular
41	4+000	4+100	41	3	Regular
42	4+100	4+200	42	3	Regular
43	4+200	4+300	43	4	Regular
44	4+300	4+400	44	5	Deficiente
45	4+400	4+500	45	3	Regular
46	4+500	4+600	46	4	Regular
47	4+600	4+700	47	5	Deficiente
48	4+700	4+800	48	5	Deficiente
49	4+800	4+900	49	3	Regular
50	4+900	5+000	50	5	Deficiente
51	5+000	5+100	51	3	Regular
52	5+100	5+200	52	2	Bueno
53	5+200	5+300	53	2	Bueno
54	5+300	5+400	54	3	Regular
55	5+400	5+500	55	3	3 regular
56	5+500	5+600	56	3	Regular
57	5+600	5+700	57	2	Bueno
58	5+700	5+800	58	4	Regular
59	5+800	5+900	59	3	Regular
60	5+900	6+000	60	3	Regular
61	6+000	6+100	61	5	Deficiente
62	6+100	6+200	62	2	Bueno
63	6+200	6+300	63	3	Regular
64	6+300	6+400	64	3	Regular
65	6+400	6+500	65	2	Bueno
66	6+500	6+600	66	5	Deficiente
67	6+600	6+700	67	5	Deficiente
68	6+700	6+800	68	2	Bueno
69	6+800	6+900	69	2	Bueno
70	6+900	7+000	70	2	Bueno
71	7+000	7+100	71	2	Bueno
72	7+100	7+200	72	2	Bueno
73	7+200	7+300	73	5	Deficiente
74	7+300	7+400	74	2	Bueno
75	7+400	7+500	75	4	Regular
76	7+500	7+600	76	2	Bueno
77	7+600	7+700	77	2	Bueno
78	7+700	7+800	78	3	Regular
79	7+800	7+900	79	3	Regular
80	7+900	8+000	80	2	Bueno
81	8+000	8+100	81	3	Regular
82	8+100	8+200	82	2	Bueno
83	8+200	8+300	83	3	Regular

84	8+300	8+400	84	3	Regular
85	8+400	8+500	85	3	Regular
86	8+500	8+600	86	3	Regular
87	8+600	8+700	87	3	Regular
88	8+700	8+800	88	3	Regular
89	8+800	8+900	89	3	Regular
90	8+900	9+000	90	3	Regular
91	9+000	9+100	91	4	Regular
92	9+100	9+200	92	2	Bueno
93	9+200	9+300	93	3	Regular
94	9+300	9+400	94	3	Regular
95	9+400	9+500	95	3	Regular
96	9+500	9+600	96	5	Deficiente
97	9+600	9+700	97	5	Deficiente
98	9+700	9+800	98	5	Deficiente
99	9+800	9+900	99	5	Deficiente
100	9+900	10+000	100	5	Deficiente
101	10+000	10+100	101	2	Bueno
102	10+100	10+200	102	5	Deficiente
103	10+200	10+300	103	3	Regular
104	10+300	10+400	104	3	Regular
105	10+400	10+500	105	3	Regular
106	10+500	10+600	106	3	Regular
107	10+600	10+700	107	3	Regular
108	10+700	10+800	108	5	Deficiente
109	10+800	10+900	109	3	Regular
110	10+900	11+000	110	3	Regular
111	11+000	11+100	111	6	Deficiente
112	11+100	11+200	112	2	Bueno
113	11+200	11+300	113	5	Deficiente
114	11+300	11+400	114	5	Deficiente
115	11+400	11+500	115	3	Regular
116	11+500	11+600	116	5	Deficiente
117	11+600	11+700	117	3	Regular
118	11+700	11+800	118	2	Bueno
119	11+800	11+900	119	5	Regular
120	11+900	12+000	120	3	Deficiente
121	12+000	12+100	121	3	Regular
122	12+100	12+200	122	3	Regular
123	12+200	12+300	123	3	Regular
124	12+300	12+400	124	3	Regular
125	12+400	12+500	125	3	Regular
126	12+500	12+600	126	3	Regular
127	12+600	12+700	127	3	Regular

128	12+700	12+800	128	3	Regular
<b>Promedio</b>				<b>3</b>	<b>Regular</b>

Por lo expuesto anteriormente la hipótesis general de mi investigación se da por incorrecta, no obstante, en contraposición con los resultados obtenidos en la investigación del hasta entonces bachiller (ARMAS GIL, 2018), con los resultados obtenidos en mi investigación se dan por validos ya que ambas investigaciones siguen los métodos y procedimientos de la metodología VIZIR INV E 813.

### 5.1.2 MÉTODO PCI ASTM D6433

La hipótesis general de la investigación parte del supuesto que el estado del pavimento flexible del Jr. Petrona Apolaya aplicando la metodología método PCI ASTM D6433 es deficiente no obstante en el desarrollo de la investigación se obtuvo un Índice de condición del pavimento (PCI) promedio de 51.00 lo cual clasifica al Jr. Petrona Apolaya como un pavimento regular basándose en la Tabla 11: Niveles de gravedad según método PCI tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 105: Clasificación del Jr. Petrona Apolaya según la metodología PCI  
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Área (m2)	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC	PCI	Clasificación
			Inicial	Final				
01	255.00	01	0+000	0+030	7.00	51.00	49.00	Regular
02	255.00	02	0+300	0+330	7.00	39.00	61.00	Bueno
03	255.00	03	0+600	0+630	6.10	68.00	32.00	Pobre
04	255.00	04	0+900	0+930	6.20	47.00	53.00	Regular
05	255.00	05	1+200	1+230	6.20	47.00	53.00	Regular
06	255.00	06	1+500	1+530	7.00	59.00	41.00	Regular
07	255.00	07	1+800	1+830	8.70	20.00	80.00	Muy bueno
08	255.00	08	2+100	1+130	8.70	23.00	77.00	Muy bueno

09	255.00	09	2+400	1+430	<b>6.00</b>	<b>82.00</b>	<b>18.00</b>	<b>Muy pobre</b>
10	255.00	10	2+700	2+730	<b>8.20</b>	<b>32.00</b>	<b>68.00</b>	<b>Bueno</b>
11	255.00	11	3+000	2+030	<b>7.10</b>	<b>43.00</b>	<b>57.00</b>	<b>Bueno</b>
12	255.00	12	3+300	2+330	<b>6.20</b>	<b>48.00</b>	<b>52.00</b>	<b>Regular</b>
13	255.00	13	3+600	2+630	<b>4.90</b>	<b>62.00</b>	<b>38.00</b>	<b>Pobre</b>
14	255.00	14	3+900	3+930	<b>4.90</b>	<b>60.00</b>	<b>40.00</b>	<b>Regular</b>
<b>Promedio</b>							<b>51.00</b>	<b>Regular</b>

En contrastación con el resultado obtenido en la investigación actual, los resultados son congruentes con la investigación que realizó el hasta entonces bachiller (CUELLAR CENTENO, 2021) el cual obtuvo un Índice de condición del pavimento (PCI) promedio de 35.00 perteneciente al Jr. Alonso Mercadillo el cual es clasificado como un pavimento regular basado para este fin en una tabla semejante a la expuesta en la presente tesis (Tabla 11: Niveles de gravedad según método PCI) tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 106: Clasificación del Jr. Alonso Mercadillo según la metodología PCI  
Fuente: (CUELLAR CENTENO, 2021)

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC	PCI	Clasificación
			Inicial	Final				
01	272.00	1	0+000	0+040	4.900	64.000	<b>36.00</b>	<b>Pobre</b>
02	272.00	2	0+240	0+280	6.200	67.000	<b>33.00</b>	<b>Pobre</b>
03	272.00	3	0+480	0+520	6.200	64.000	<b>36.00</b>	<b>Pobre</b>
04	272.00	4	0+720	0+760	6.200	85.000	<b>15.00</b>	<b>Muy pobre</b>
05	272.00	5	0+960	1+000	5.400	76.000	<b>24.00</b>	<b>Muy pobre</b>
06	272.00	6	1+200	1+240	4.500	78.000	<b>22.00</b>	<b>Muy pobre</b>
07	272.00	7	1+440	1+480	5.000	86.000	<b>14.00</b>	<b>Muy pobre</b>
08	272.00	8	1+680	1+720	6.200	78.000	<b>22.00</b>	<b>Muy pobre</b>
09	272.00	9	1+920	1+960	6.900	56.000	<b>44.00</b>	<b>Regular</b>
10	272.00	10	2+160	2+200	7.400	46.000	<b>54.00</b>	<b>Regular</b>
11	272.00	11	2+400	2+440	7.200	47.000	<b>53.00</b>	<b>Regular</b>
12	272.00	12	2+640	2+680	5.200	60.000	<b>40.00</b>	<b>Regular</b>
13	272.00	13	2+880	2+920	6.200	60.000	<b>40.00</b>	<b>Regular</b>
14	272.00	14	3+120	3+160	6.200	49.000	<b>51.00</b>	<b>Regular</b>

<b>Promedio</b>	<b>35.00</b>	<b>Pobre</b>
-----------------	--------------	--------------

Por lo expuesto anteriormente la hipótesis general de mi investigación se da por incorrecta, no obstante, en contraposición con los resultados obtenidos en la investigación del hasta entonces bachiller (CUELLAR CENTENO, 2021) con los resultados obtenidos en mi investigación doy por validos ya que ambas investigaciones siguen los métodos y procedimientos de la metodología ASTM D6433.

## 5.2 ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (IS)

En la etapa de la formulación de las hipótesis específicas, una de las hipótesis específicas de mi investigación parte del supuesto que el valor del Índice de deterioro superficial (Is) en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 fluctúa entre los valores 0.00 y 7.00, lo cual queda verificado en los resultados de la misma ya que el Índice de deterioro superficial (Is) promedio del tramo en estudio es 3.00.

*Tabla 107: Índice de deterioro superficial promedio del Jr. Petrona Apolaya  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Is promedio	Condición
01	3.00	Regular

No obstante, para verificar el resultado anterior, analicé la investigación del hasta entonces bachiller (CHAVEZ MARCATOMA, y otros, 2017) y descubrí que el el Índice de deterioro superficial (Is) promedio de la Avenida 225 (Ventanilla – Lima), es de 3.51 lo que prueba que la hipótesis específica de la cual partí inicialmente es válida por estar en el rango de 1.00 a 7.00.

Tabla 108: Índice de deterioro superficial promedio del Jr. Petrona Apolaya  
Fuente: (CHAVEZ MARCATOMA, y otros, 2017)

Ítem	Is promedio	Condición
01	3.00	Regular

Por tanto, el resultado obtenido para el Índice de deterioro superficial (Is) promedio de mi investigación es coherente en contraposición a la investigación del hasta entonces (CHAVEZ MARCATOMA, y otros, 2017).

### 5.3 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

En la etapa de la formulación de las hipótesis específicas, una de las hipótesis específicas de mi investigación parte del supuesto que el valor del Índice de condición del pavimento (PCI) promedio del el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 fluctúa entre los valores 1.00 y 100.00, lo cual queda verificado en los resultados de la misma ya que el valor del Índice de condición del pavimento (PCI) promedio del tramo en estudio es 51.00.

Tabla 109: Índice de deterioro superficial promedio del Jr. Petrona Apolaya  
Fuente: Elaboración propia

Ítem	PCI promedio	Condición
01	51.00	Regular

No obstante, para verificar el resultado anterior, analicé la investigación del hasta entonces bachiller (CUELLAR CENTENO, 2021) y descubrí que el Índice de condición del pavimento (PCI) promedio del Jr. Alonso Mercadillo, es de 35.00 lo que prueba que la hipótesis específica de la cual partí inicialmente es válida por estar en el rango de 0.00 a 100.00.

Tabla 110: Índice de deterioro superficial promedio del Jr. Petrona Apolaya  
Fuente: (CUELLAR CENTENO, 2021)

Ítem	PCI promedio	Condición
01	35.00	Pobre

Por tanto, el resultado obtenido para el Índice de condición del pavimento (PCI) promedio de mi investigación es coherente en contraposición a la investigación del hasta entonces (CUELLAR CENTENO, 2021).

#### **5.4 DIFERENCIAS ENTRE LAS METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES VIZIR Y PCI**

Una de las hipótesis específicas fue determinar las diferencias entre las metodologías de evaluación de pavimentos flexibles VIZIR y PCI; de las cuales puedo decir que cada una de ellas tiene sus propios parámetros de evaluación para determinar el estado del pavimento; sin embargo; ambas coinciden que el pavimento del Jr Petrona Apolaya se encuentran en un estado regular.

## CONCLUSIONES

- El estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya -Chupaca – 2022, es regular en ambos métodos.
- El valor del Índice de deterioro superficial (Is) en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 es 3.00 lo cual clasifica al pavimento flexible como regular en el método VIZIR.
- El valor del Índice de condición del pavimento (PCI) en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 es 57.00 por tanto el pavimento flexible adquiere la condición de regular en el método PCI.
- Las diferencias entre las metodologías VIZIR Y PCI en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 son:

*Tópicos de las metodologías VIZIR INV E 813 y PCI ASTM D6433*

*Fuente: Elaboración propia*

	Metodología		Comentario	
	VIZIR INV E 813	PCI ASTM D6433	VIZIR INV E 813	PCI ASTM D6433
Población (N)	X	X	Es parte del criterio mencionado en el inciso (5.2.1), que menciona que cada unidad de muestra tiene que tener un largo de 100.00 m.	Se calcula en función del inciso (2.1.7) expuesta en la norma
Muestra (n)	X	X	Debido a este método evalúa de forma integral el pavimento en estudio la población y la muestra son lo mismo.	Se calcula en función a la formula brindada en el inciso (7.5.2) de la norma
Cálculo del intervalo de muestreo (i)	-	X	No existe necesidad de calcular el intervalo de muestreo debido a que la población y la muestra coinciden en la misma cantidad	Se calcula en función a la formula brindada en el inciso (7.5.3) de la norma

Elaboración del diagrama de muestro	-	X	No existe necesidad de la elaboración de un diagrama de muestro debido a que la población y la muestra coinciden en la misma cantidad	Se elabora tomando en consideración a la población (N), la muestra (n) y el intervalo de muestro (i).
Evaluación de las fallas	X	X	Se evalúan los deterioros del tipo A y B	Se evalúan los 19 tipos de fallas comprendidas en esta metodología
Cálculo del índice de deterioro superficial (Is)	X	-	Valor numérico comprendido entre el intervalo 1.00 – 7.00	-
Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI)	-	X	-	Valor numérico comprendido entre el intervalo 0.00 – 100.00
Determinación del estado del pavimento	X	X	Se determina en función del índice de deterioro superficial (Is) obtenido	Se determina en función del índice de condición del pavimento (PCI) obtenido

## RECOMENDACIONES

- Conociendo el estado del pavimento flexible del Jr. Petrona Apolaya recomiendo en base al fundamento de la Tabla 2: Actividades de conservación periódica, el fresado de carpeta asfáltica y posterior recapeo asfálticos acompañado de la nivelación de bermas con mezcla asfáltica.
- En base al índice de deterioro superficial (Is) obtenido y a la Tabla 3: Clasificación de mantenimiento según VIZIR expuesta en la tesis, recomiendo la rehabilitación de la vía.
- En base al índice de condición del pavimento (PCI) obtenido y a la Tabla 4: Niveles de intervención en pavimentos flexibles, recomiendo la intervención con actividades de conservación periódica.
- Recomiendo decantarse por la metodología que más se ajuste a las necesidades del investigados debido a que ambas metodologías tienen aspectos positivos y negativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ARMAS GIL, Irwing Junior. 2018.** *Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible de la carretera Cajabamba - Río Negro, utilizando el método Vizir.* Cajamarca : s.n., 2018.

**ARMIJOS SALINAS, Christian Rolando. 2009.** *Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja.* Loja : s.n., 2009.

**ASTM Internacional . 2016.** *D6433 - 16.* Pensilvania : s.n., 2016.

**BRAVO REYES, Miguel. 2020.** *Evaluación superficial de pavimentos asfálticos mediante las metodologías del MTC Perú y PCI.* Lima : s.n., 2020.

**CHAVEZ MARCATOMA, Sandra y CUSQUISIBAN ORTIZ, Eduardo Damian. 2017.** *Planteamiento de estrategias de rehabilitación del pavimento flexibe aplicando la metodología Vizir, para la optimización de recursos en la avenida 225( Ventanilla-Perú).* Lima : s.n., 2017.

**CNN Español. 2018.** *¿Qué países de América Latina tienen las mejores vías?* [En línea] 28 de 09 de 2018. [Citado el: 2021 de 01 de 13.] <https://cnnespanol.cnn.com/2018/09/28/que-paises-de-america-latina-tienen-las-mejores-vias/>.

**CORDOVA CASTILLO, Denis Medardo / Mechato Mauricio, Jessica Elizabeth. 2020.** *Analisis comparativo de los métodos comparativos PCI y VIZIR aplicados en el mejoramiento del pavimento flexible de la Avenida Circunvalación de Sullana.* Piura : s.n., 2020.

**COY PINEDA, Oscar Mauricio. 2017.** *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52A a 53C comparando los métodos VIZIR y PCI.* Bogotá : s.n., 2017.

**CUELLAR CENTENO, Jhonny Luis. 2021.** *SOLUCIÓN VIAL CONGRUENTE AL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA NORMA ASTM D6433 EN EL JR. ALONSO MERCADILLO.* Huancayo : s.n., 2021.

**GONZÁLES GONZÁLES , Diego Hernán. 2016.** *Evaluación georeferenciada de la superficie del pavimento de la vía Loja - Zamora, tramo 0+000 - 29+000.* Loja : s.n., 2016.

**Google Maps. 2022.** [En línea] 30 de Mayo de 2022. [Citado el: 30 de Mayo de 2022.]

[https://www.google.com/maps/d/edit?hl=es&hl=es&mid=1yw8hAkXC5fj79OT-\\_oXgF\\_fPYVVRq10&ll=-12.072428063317007%2C-75.29253044946887&z=13](https://www.google.com/maps/d/edit?hl=es&hl=es&mid=1yw8hAkXC5fj79OT-_oXgF_fPYVVRq10&ll=-12.072428063317007%2C-75.29253044946887&z=13).

**GRANDA HINOSTROZA , Carol Gisbel. 2018.** *Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca - Yanacancha - Pasco - 2018.* Pasco : s.n., 2018.

**GUEVARA CALDERON, Richard Esthalin. 2019.** *Evaluación del pavimento flexible mediante métodos flexibles PCI y VIZIR en el tramo de la carretera Monsefu.* Chiclayo : s.n., 2019.

**HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDES COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Maria Del Pilar. 2014.** *Metodología de la investigación.* México D.F. : Mc GRAW HILL / Interamericana Editores, 2014. 978-607-15-0291-9.

**INVIAS. 2013.** *Determinación del índice de deterioro superficial de un pavimento asfáltico mediante el método VIZIR.* 2013.

**LEGUÍA LOARTE, Paola Beatriz y PACHECO RISCO, Hans Fernando. 2016.** *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho - Huaura - Lima).* Lima : s.n., 2016.

**MENENDEZ ACUARIO, José Rafael. 2003.** *Mantenimiento rutinario con microempresas.* Lima : OIT, 2003. 92-2-315513-4.

**Microsoft. 2021.** Microsoft Excel. [En línea] 28 de 12 de 2021. [Citado el: 28 de 12 de 2021.] <https://www.microsoft.com/es-ww/microsoft-365/excel>.

**MTC. 2014.** *Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción.* Lima : s.n., 2014.

—. **2018.** *Manual de carreteras: mantenimiento o conservación vial.* Lima : s.n., 2018.

—. **2013.** *Manual de carreteras: mantenimiento o conservación vial. Volumen 1, 2 y 3.* Lima : s.n., 2013.

—. **2013.** *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos.* Lima : s.n., 2013.

—. *Manual de usuario EvalPav.*

—. **2014.** Red vial nacional . [En línea] 01 de 12 de 2014. [Citado el: 2022 de 01 de 13.] [https://portal.mtc.gob.pe/logros\\_red\\_vial.html](https://portal.mtc.gob.pe/logros_red_vial.html).

**MURGA VILLANUEVA, Christian Fabricio / ZERPA RODRIGUEZ, Roger Kevin. 2019.** *Determinación del estado de conservación superficial del pavimento*

*flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la Avenida Costa Rica y Prolongación César Vallejo.* TRUJILLO : s.n., 2019.

**MURGA VILLANUEVA, Christian Fabrizio y ZERPA RODRÍGUEZ, Roger Kevin. 2019.** *Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida costa rica y prolongación César Vallejo, Trujillo.* Trujillo : s.n., 2019.

**MURGA VILLANUEVA, CRHISTIAN FABRIZIO y ZERPA RODRIGUEZ, ROGER KEVIN. 2019.** *Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida Costa Rica y prolongación César Vallejo, Trujillo.* Trujillo : s.n., 2019.

**ÑAUPAS PAITAN, Humberto, y otros. 2014.** *Metodología de la investigación.* Bogotá : Ediciones de la U, 2014. 978-958-762-188-4.

**QUESTIONPRO. 2021.** 5 instrumentos para recopilar información. [En línea] 23 de 12 de 2021. [Citado el: 23 de 12 de 2021.] <https://www.questionpro.com/blog/es/instrumentos-para-recopilar-informacion/>.

**RAMOS ORTIZ, Jorge. 2021.** *Determinación de la Confiabilidad de la Metodología MTC, Comparando las Metodologías Vizir y PCI en Pavimentos Flexibles.* Lima : s.n., 2021.

**REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 2021.** Diccionario de la real academia española. [En línea] 23 de 12 de 2021. [Citado el: 23 de 12 de 2021.] <https://dle.rae.es/soluci%C3%B3n?m=form>.

**RODAS MONTENEGRO, Juan De Dios y YBARRA CHAUCA, Lesly Jaqueline. 2018.** *Análisis comparativo de daños en el pavimento con tecnología*

*LCMS y método semiautomatizado para determinar PCI tramo Morropón - Puente la Gallega (Piura)*. Lima : s.n., 2018.

**RONDÓN QUINTANA, Hugo Alexander y REYES LIZCANO, Fredy Alberto. 2015.** *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Bogotá : Ecoe Ediciones, 2015. 978-958-711-175-2.

**RUIZ MARTÍNEZ, Diego Alejandro. 2019.** *Aplicación de metodología de evaluación PCI a pavimento flexible en la localidad de Engativá*. Bogotá D.C. : s.n., 2019.

**SÁNCHEZ CARLESSI, Hugo y REYES MEZA, Carlos. 1998.** *Metodología y Diseño en la Investigación*. Lima : Editorial Mantaro, 1998.

**SIERRA BRAVO, Restituto. 2002.** *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. Magallanes : Ediciones Paraninfo, 2002. 978-84-9732-138-9.

**SUCLUPE NUÑEZ, Martha Ysabel y BENITES ZÚÑIGA, José Luis. 2019.** *Aplicación de Métodos UAV Y VIZIR en la evaluación del estado superficial del pavimento flexible – Avenida Próceres de Huandoy - Los Olivos, 2019*. Lima : s.n., 2019.

**TACZA HERRERA, Erica Betzabe y RODRIGUEZ PAEZ, Braulio Omar. 2018.** *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado*. Lima : s.n., 2018.

**TINEO OROPEZA, Ivellise Leonor . 2019.** *Evaluación del estado del pavimento asfáltico aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento – av. Canto Grande*. Lima : s.n., 2019.

**UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS. 2021.** La observación científica. [En línea] 23 de Diciembre de 2021. [Citado el: 23 de Diciembre de 2021.] <https://sites.google.com/site/javieraandreaseguragarcia/clases/la-observacion-cientifica>.

**URICOECHEA SANDOVAL, Juan Pablo y BARRAGÁN ARIAS, Wilson Enrique. 2020.** *Evaluación de deterioros de la capa superficial del pavimento flexible de un (1) km de vía comprendida desde la calle 16 con carrera 12 con calle 15 y calle 14 hasta calle 11 con calle 12 del municipio de Girardot Cundinamarca.* Girardot : s.n., 2020.

**VALER BRAVO, Tania Aracely. 2019.** *Aplicación de los métodos PCI y VIZIR para la conservación del pavimento flexible, carretera pe-24a tramo Libertad - Chicche, Junín.* Huancayo : s.n., 2019.

**VÁZQUEZ BARELA, Luis Ricardo. 2002.** *Pavement condition index (PCI).* Manizales : Ingepav, 2002.

**ZABALA ASCAÑO, Gerber Josafatt. 2020.** *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS Y PROCESAMIENTO CON EL SOFTWARE EPALVAV.* [En línea] 27 de 05 de 2020. [Citado el: 25 de 12 de 2021.] [https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch\\_permalink&v=9873704717218](https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch_permalink&v=9873704717218)

57.

## **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de la Tesis	Determinación del estado del pavimento flexibles mediante los métodos VIZIR y PCI del Jr. Petrona Apolaya – Chupaca - 2022							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología			
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable de caracterización 1	Índice de fisuración (If)	Método de la investigación	Científico		
¿Cuál es el estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI del Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022?	Determinar el estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022.	El estado del pavimento flexible aplicando los métodos VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya -Chupaca-2022 son deficiente y colapsado respectivamente.	Evaluación del pavimento flexible método Vizir	Índice de deformación (Id)	Tipo de investigación	Aplicada		
					Nivel de investigación	Explicativa		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable de caracterización 2 Evaluación del pavimento flexible método PCI	Índice de condición del pavimento	Diseño de la investigación	Pre experimental		
¿Cuáles es el valor del índice de deterioro superficial (Is) del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022?	Calcular el valor del índice de deterioro superficial (Is) del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022.	El valor del Índice de deterioro superficial (Is) en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 fluctúa entre los valores 1 y 7.			Población y muestra			
					Población133	Método VIZIR	40 u.m.	
¿Cuáles es el valor del índice de condición del pavimento (PCI) del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022?	Calcular el valor del índice de condición del pavimento (PCI) del Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022	El valor del Índice de condición del pavimento (PCI) en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 fluctúa entre los valores 0 y 100.				Tipo de daño	Método PCI	133 u.m.
			Muestra14	Método VIZIR	40 u.m.			
¿Cuáles son las diferencias entre las metodologías de evaluación de pavimentos flexibles VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022?	Determinar las diferencias entre las metodologías de evaluación de pavimentos flexibles VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022.	Las diferencias entre las metodologías de evaluación de pavimentos flexibles VIZIR y PCI en el Jr. Petrona Apolaya - Chupaca – 2022 son desestimables.		Severidad	Técnicas e instrumentos			
			Técnicas		Observación			
			Instrumentos		Cuestionario			

*Fuente: Elaboración propia*

## MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

	VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN 1	Metodo VIZIR (NORMA INV E 813)	“Es un sistema que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y funcionales. El método clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos categorías, tipo A y tipo B” (TINEO OROPEZA, 2019).	Índice de fisuración (If)	Ahuellamiento (m)
				Depresiones o hundimientos longitudinales (m)
				Depresiones o hundimientos transversales (m)
			Índice de deformación (Id)	Fisuras longitudinales por fatiga (m)
			Índice de deterioros (Is)	Fisuras piel de cocodrilo (m)
				Baches y parcheos (m)
VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN 2	Método PCI (NORMA ASTM D6433)	“Es una metodología muy completa para la evaluación y calificación de los pavimentos y es de fácil implementación ya que no requiere de herramientas especializadas para su uso y consiste en determinar la condición del pavimento mediante inspecciones visuales para identificar el tipo de falla, severidad y cantidad de fallas encontradas, y su clasificación viene dada por la escala en el que se encuentra su PCI que es un indicador numérico que valora la condición superficial del pavimento de 0 a 100, siendo 0 la peor condición y 100 la mejor condición posible” (BRAVO REYES, 2020).	Valores deducidos	Piel de cocodrilo (m2)
				Exudación (m2)
				Agrietamiento en bloque (m2)
				Abultamientos y hundimientos (m)
				Corrugación (m2)
				Depresión (m2)
			Número máximo de valores deducidos	Grieta de borde (m)
				Grieta de reflexión de junta (m)
				Desnivel carril / berma (m)
				Grietas longitudinal y transversal (m)
				Parcheo (m2)
				Pulimento de agregados (m2)
			El máximo valor deducido corregido	Huecos (unidad)
				Cruce de vía férrea (m2)
				Ahuellamiento (m2)
				Desplazamiento (m2)
				Grieta parabólica (m2)
				Hinchamiento (m2)
Desprendimiento de agregados (m2)				

*Fuente: Elaboración propia*





## PANEL FOTOGRÁFICO



LEVANTAMIENTO DE LA CARRETERA CHUPACA  
SAN JUAN DE ISCO



EN LA IMAGEN SE APRECIA EL MAL ESTADO DE LA  
CARRETERA CON PRESENCIA DE PIEL DE  
COCODRILO Y HUNDIMIENTO DEL PAVIMENTO  
FELXIBLE



EN LA PROGRESIVA 2+330 SE MUESTRA LA FALLA DE  
PIEL DE COCODRILO



SE TOMA APUNTE DE TODAS LAS FALLAS EXISTENTES  
EN EL TRAMO CHUPACA SAN JUAN DE ISCO

# PLANOS DE LA INVESTIGACIÓN

## PLANO DE UBICACIÓN

