

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



**TESIS**

**SOLUCIÓN VIAL CONGRUENTE AL ÍNDICE DE  
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE  
APLICANDO LA NORMA ASTM D6433 EN EL JR.  
ALONSO MERCADILLO**

**PRESENTADO POR:**

Bach. CUELLAR CENTENO, Jhonny Luis

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

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

**HUANCAYO – PERÚ  
2021**

## **ASESORES**

Doc. BUSTINZA ZUASNABAR, Edward Eddie

ASESOR METODOLÓGICO

Mg. HERRERA MONTES, Jeannelle Sofía

ASESOR TEMÁTICO

## **DEDICATORIA**

A mis abuelos maternos, por la paciencia infinita, el amor incondicional y la alegría que es el secreto para ganar la partida a la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, por cuidar de mí y enseñarme que la perseverancia nos convierte a todos en genios, pero todo esfuerzo es inútil si no se cree en uno mismo.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

Dr. TAPIA SILGUERA, Rubén Darío  
PRESIDENTE

---

Ing. ORDOÑEZ CAMPOSANO, Vladimir  
JURADO

---

Ing. RAMOS PIÑAS, David  
JURADO

---

Ing. GONZALES ROJAS, Carlos Alberto  
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 .....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XVIII
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	20
1.1 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	21
1.1.1 PROBLEMA GENERAL .....	21
1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	21
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	21
1.2.1 PRACTICA O SOCIAL.....	21
1.2.2 CIENTÍFICA O TEÓRICA .....	22
1.2.3 METODOLÓGICA .....	22
1.3 DELIMITACIONES .....	23
1.3.1 ESPACIAL.....	23

1.3.2	TEMPORAL .....	23
1.3.3	ECONÓMICA .....	24
1.4	LIMITACIONES.....	24
1.5	OBJETIVOS.....	24
1.5.1	OBJETIVO GENERAL.....	24
1.5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....		25
2.	MARCO TEÓRICO.....	25
2.1	ANTECEDENTES .....	25
2.1.1	ANTECEDENTES NACIONALES .....	25
2.1.2	ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	30
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	35
2.2.1	CEMENTO ASFALTICO .....	35
2.2.2	MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	35
2.2.3	PAVIMENTO .....	35
2.2.4	TIPOS DE PAVIMENTO.....	36
2.2.5	CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	37
2.2.6	FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	43
2.2.7	CONSERVACIÓN VIAL.....	61
2.2.8	NIVELES DE INTERVENCION EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	66
2.2.9	NORMA ASTM D6433.....	66
2.2.10	EVALPAV .....	70
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	71
2.3.1	MEZCLAS ASFÁLTICAS.....	71
2.3.2	PAVIMENTO FLEXIBLE .....	71

2.3.3	FALLAS DEL PAVIMENTO .....	71
2.3.4	NORMA ASTM D6433 .....	71
2.3.5	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) .....	72
2.3.6	EVALPAV .....	72
2.3.7	MICROSOFT EXCEL .....	72
2.3.8	SUPERFICIE DE HORMIGÓN ASFÁLTICO (AC).....	72
2.3.9	PAVIMENTO DE HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND (PCC)	72
2.4	HIPÓTESIS .....	73
2.4.1	HIPÓTESIS GENERAL .....	73
2.4.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	73
2.5	VARIABLES.....	73
2.5.1	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE.....	73
2.5.2	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE .....	74
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....		76
3.	METODOLOGÍA .....	76
3.1	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	76
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	76
3.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	76
3.4	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	77
3.5	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	77
3.5.1	POBLACIÓN.....	77
3.5.2	MUESTRA.....	77
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	78
3.6.1	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	78
3.6.2	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	78



3.7	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	79
3.8	TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	79
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		80
4.	RESULTADOS.....	80
4.1	MESURA DEL TRAMO EN ESTUDIO.....	80
4.1.1	MESURA LONGITUDINAL DEL TRAMO EN ESTUDIO .....	80
4.1.2	MESURA TRANSVERSAL DEL TRAMO EN ESTUDIO.....	80
4.2	CÁLCULO DE LA POBLACIÓN (N).....	81
4.3	CÁLCULO DE LA MUESTRA (n).....	82
4.4	INTERVALO DE MUESTREO (i).....	82
4.5	ESQUEMA DE MUESTRO .....	83
4.6	EVALUACIÓN DE FALLAS .....	84
4.7	CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS.....	89
4.8	CALCULO DEL NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m)	93
4.9	CALCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)	94
4.10	CALCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI).....	95
4.10.1	GRAFICO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI).....	95
4.11	SECTORIZACION POR ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI) .....	97
4.11.1	GRÁFICO DE LA SECTORIZACIÓN POR ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI) .....	97
4.12	SOLUCIÓN VIAL.....	99
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		100

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	100
5.1.1 SOLUCIÓN VIAL .....	100
5.1.2 VALORES DEDUCIDOS .....	101
5.1.3 NÚMERO MÁXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (m).....	104
5.1.4 EL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC).....	106
CONCLUSIONES .....	108
RECOMENDACIONES .....	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
ANEXOS .....	119
MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	120
MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	121
FORMATO DE EVALUACIÓN DE FALLAS .....	122
MATRIZ DE FALLAS PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES NORMA ASTM D6433.....	123
PANEL FOTOGRÁFICO.....	125
PLANOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades de conservación rutinaria .....	62
Tabla 2: Actividades de conservación periódica.....	64
Tabla 3: Niveles de intervención en pavimentos flexibles.....	66
Tabla 4: Calidad de tránsito .....	67
Tabla 5: Niveles de gravedad.....	67
Tabla 6: Fallas en pavimentos asfálticos.....	68
Tabla 7: Operacionalización de la variable (X) .....	74
Tabla 8: Operacionalización de la variable (Y) .....	74
Tabla 9: Diseño de la investigación .....	77
Tabla 10: Mesura longitudinal del tramo en estudio.....	80
Tabla 11: Mesura transversal del tramo en estudio.....	80
Tabla 12: Cálculo de la población (N) .....	81
Tabla 13: Cálculo de la muestra (n) .....	82
Tabla 14: Intervalo de Muestreo (i) .....	82
Tabla 15: Evaluación de fallas unidad de muestra 01 .....	84
Tabla 16: Evaluación de fallas unidad de muestra 02.....	84
Tabla 17: Evaluación de fallas unidad de muestra 03.....	85
Tabla 18: Evaluación de fallas unidad de muestra 04.....	85
Tabla 19: Evaluación de fallas unidad de muestra 05.....	86
Tabla 20: Evaluación de fallas unidad de muestra 06.....	86
Tabla 21: Evaluación de fallas unidad de muestra 07.....	87
Tabla 22: Evaluación de fallas unidad de muestra 08.....	87
Tabla 23: Evaluación de fallas unidad de muestra 09.....	87
Tabla 24: Evaluación de fallas unidad de muestra 10.....	88
Tabla 25: Evaluación de fallas unidad de muestra 11 .....	88
Tabla 26: Evaluación de fallas unidad de muestra 12.....	88
Tabla 27: Evaluación de fallas unidad de muestra 13.....	89
Tabla 28: Evaluación de fallas unidad de muestra 14.....	89
Tabla 29: Valores deducidos unidad de muestra 01.....	89
Tabla 30: Tabla 31: Valores deducidos unidad de muestra 02 .....	90

Tabla 32: Tabla 33: Valores deducidos unidad de muestra 03 .....	90
Tabla 34: Tabla 35: Valores deducidos unidad de muestra 04 .....	90
Tabla 36: Tabla 37: Valores deducidos unidad de muestra 05 .....	91
Tabla 38: Tabla 39: Valores deducidos unidad de muestra 06 .....	91
Tabla 40: Valores deducidos unidad de muestra 07.....	91
Tabla 41: Valores deducidos unidad de muestra 08.....	91
Tabla 42: Valores deducidos unidad de muestra 09.....	92
Tabla 43: Valores deducidos unidad de muestra 10.....	92
Tabla 44: Valores deducidos unidad de muestra 11.....	92
Tabla 45: Valores deducidos unidad de muestra 12.....	92
Tabla 46: Valores deducidos unidad de muestra 13.....	93
Tabla 47: Valores deducidos unidad de muestra 14.....	93
Tabla 48: Número máximo de valores deducidos (m).....	93
Tabla 49: Máximo valor deducido corregido (VDC).....	94
Tabla 50: Índice de condición del pavimento flexible (PCI) .....	95
Tabla 51: Sectorización del tramo en estudio .....	97
Tabla 52: Solución vial .....	99
Tabla 53: Solución vial .....	100
Tabla 54: Solución vial .....	101
Tabla 55: Fallas U.M. 01 .....	102
Tabla 56: Fallas U.M. 01 .....	102
Tabla 57:Valores deducidos U.M. 01 .....	103
Tabla 58:Valores deducidos U.M. 01 .....	103
Tabla 59: Número máximo de valores deducidos U.M. 01 .....	104
Tabla 60: Número máximo de valores deducidos U.M. 01 .....	104
Tabla 61: Número máximo de valores deducidos U.M. 02 .....	105
Tabla 62: Número máximo de valores deducidos tramo 02 .....	105
Tabla 63: Máximo valor deducido corregido (VDC) U.M. 02 .....	105
Tabla 64: Máximo valor deducido corregido (VDC) tramo 02 .....	105
Tabla 65: Máximo valor deducido corregido (VDC) U.M. 03 .....	106
Tabla 66: Máximo valor deducido corregido (VDC) tramo 03 .....	107
Tabla 67: Índice de condición del pavimento flexible (PCI) U.M. 03.....	107

Tabla 68: Índice de condición del pavimento flexible (PCI) tramo 03..... 107

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Condición de la vía sin mantenimiento.....	41
Gráfico 2: Condición de la vía con y sin mantenimiento.....	42
Gráfico 3: Diagrama de flujo del ciclo de vida fatal y deseable .....	43
Gráfico 4: Esquema de muestreo .....	84
Gráfico 5: Índice de condición del pavimento flexible (PCI).....	96
Gráfico 6: Sectorización por índice de condición del pavimento flexible (PCI) ..	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del Jr. Alonso Mercadillo .....	23
Figura 2: Piel de cocodrilo de alta gravedad .....	44
Figura 3: Exudación de alta gravedad.....	45
Figura 4: Agrietamiento en bloque de alta gravedad .....	46
Figura 5: Abultamientos y hundimientos de alta gravedad.....	47
Figura 6: Corrugación de alta gravedad .....	48
Figura 7: Depresión de alta gravedad.....	49
Figura 8: Grieta de borde de alta gravedad .....	50
Figura 9: Grieta de reflexión de junta de alta gravedad.....	51
Figura 10: Desnivel carril / berma de alta gravedad .....	52
Figura 11: Grietas longitudinales y transversales de alta gravedad .....	53
Figura 12: Parcheo de alta gravedad .....	54
Figura 13: Pulimiento de agregados.....	55
Figura 14: Hueco de alta gravedad.....	56
Figura 15: Cruce de vía férrea de alta gravedad .....	56
Figura 16: Ahuellamiento de alta gravedad .....	57
Figura 17: Ahuellamiento de alta severidad.....	58
Figura 18: Grieta parabólica de alta gravedad .....	59
Figura 19: Hinchamiento .....	60
Figura 20: Desprendimiento de agregados de alta severidad.....	61

## RESUMEN

La actual tesis tiene como problema general ¿Cuál es la solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021? y su objetivo general es determinar la solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021 partiendo para tal fin del supuesto de la hipótesis general que el cálculo del Índice de condición del pavimento flexible empleando la norma ASTM D6433 permite implementar la solución vial congruente en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.

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, población de 82 unidades de estudio y una muestra de 14 unidades de estudio.

Producto de la investigación se concluyó que la solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021, es: tramo A (0+000-0+520) fresado de carpeta asfáltica, recapeo asfáltico y nivelación de bermas con mezcla asfáltica, tramo B (0+520-1+720) reconstrucción y finalmente el tramo C (1+720-3+280) fresado de carpeta asfáltica, recapeo asfáltico y nivelación de bermas con mezcla asfáltica.

Palabras clave: Pavimento flexible, norma ASTM D6433, índice de condición del pavimento, EvalPav, solución vial.



## **ABSTRACT**

The current thesis has as a general problem: What is the congruent road solution to the flexible pavement condition index applying the ASTM D6433 standard in Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca - 2021? and its general objective is to determine the congruent road solution to the flexible pavement condition index applying the ASTM D6433 standard in Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca - 2021, starting for this purpose from the assumption of the general hypothesis that the calculation of the Condition Index of the Flexible pavement using the ASTM D6433 standard allows to implement the congruent road solution in Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca - 2021.

Regarding the methodology section, this thesis shows the scientific research method, type of applied research, explanatory research level, pre-experimental design and research, population of 82 study units and a sample of 14 study units.

As a result of the investigation, it was concluded that the road solution congruent to the index of flexible pavement condition applying the ASTM D6433 standard in Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca - 2021, is: section A (0 + 000-0 + 520) milled folder asphalt, asphalt resurfacing and leveling of berms with asphalt mixture, section B (0 + 520-1 + 720) reconstruction and finally section C (1 + 720-3 + 280) milling of asphalt layer, asphalt resurfacing and leveling of berms with asphalt mixture.

Keywords: Flexible pavement, ASTM D6433, pavement condition index, EvalPav, vial solution.

## INTRODUCCIÓN

Según (CNN Español, 2018) los países que lideran el ranquin de las mejores vías de América Latina son Chile y Ecuador obteniendo así el primer y segundo lugar respectiva mientras que Paraguay y Haití poseen el peor estado en sus carreteras ubicándose así en el penúltimo y último lugar de esta lista, no obstante Perú se encuentra en el puesto catorce del ranquin lo que indica la poca calidad de nuestra infraestructura vial.

La Región Junín se proyectaba a tener 991.00 km de infraestructura vial pavimentada a julio del 2016 según (MTC, 2014) lo que indica que ya se contemplaba en esta cifra al Jr. Alonso Mercadillo por ser una vía pavimentada.

Mi proyecto de investigación aborda la problemática de dar una solución vial a los problemas que existen en el Jr. Alonso mercadillo, que se ubica en la provincia de Chupaca región de Junín, debido al escaso o nulo trabajo de rehabilitación y mantenimiento que posee esta vía utilizando para tal propósito la norma ASTM D6433.

La investigación se encuentra dividida por capítulos, los mismos que están desarrollados 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 te 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. Alonso Mercadillo es una vía que conecta al distrito de Ahuac 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 Ahuac poseyendo esta como principales destinos turísticos a Matapuquio, laguna de Nahuinpuquio y el centro arqueológico de Arwaturu.

La problemática existente en el Jr. Alonso Mercadillo es que esta vía carece de trabajos de rehabilitación y mantenimiento lo que ha derivado que actualmente esta vía se encuentra en la Fase C: deterioro acelerado dentro de su ciclo de vida lo que indica un inminente colapso si no se encuentra una solución vial que logre el tránsito de la Fase C: deterioro acelerado a la fase B: deterioro lento y poco visible.

El tránsito de la Fase C a la Fase B dentro del ciclo de vida del Jr. Alonso Mercadillo representa una mejora en la calidad de viaje en la vía lo que a su vez significa una mejora en las actividades económicas principales de la provincia.

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

### **1.1.1 PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál es la solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca - 2021?

### **1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles son los valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca - 2021?
- ¿Cuál es el número máximo de valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca - 2021?
- ¿Cuál es el máximo valor deducido corregido aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca - 2021?

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

### **1.2.1 PRACTICA O SOCIAL**

Los beneficios que suponen mi investigación hacia la sociedad es la de poder diagnosticar de manera oportuna las fallas y los niveles de severidad de las mismas, para de esta manera proponer los trabajos de rehabilitación y mantenimiento que supondrán una prolongación en la vida útil del Jr. Alonso Mercadillo.

### **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. Alonso Mercadillo, provincia de Chupaca del estado actual utilizando para tal fin la normativa (ASTM Internacional , 2016)

La normativa (ASTM Internacional , 2016) constituye la metodología más completa para la evaluación y calificación de carreteras dentro de los modelos de gestión vial disponibles en la actualidad. El 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.

El PCI resultante nos indicara la condición actual de la vía, para finalmente disponer de los trabajos de rehabilitación y mantenimiento que establece el (MTC, 2018).

### **1.2.3 METODOLÓGICA**

Considerando necesario suministrar al trabajo de campo de mi investigación un resumen detallado de la norma (ASTM Internacional , 2016) para identificar las fallas, los niveles de severidad y los criterios de identificación de estas, elaboré la Matriz de fallas para la evaluación de pavimentos flexibles Norma ASTM D6433 con el propósito de identificar y caracterizar las fallas y los niveles de severidad que la norma antes mencionada establece.

La matriz elaborada para la presente tesis no se limita a la misma, debido a que puede ser utilizada por cualquier persona que dese evaluar un pavimento flexible basado en la normativa (ASTM Internacional , 2016).

### 1.3 DELIMITACIONES

#### 1.3.1 ESPACIAL

La investigación se desarrollará, en el Jr. Alonso Mercadillo, provincia de Chupaca departamento de Junín, que inicia en la intersección con el Jr. Petrona Apolaya y se prolonga hasta la intersección con el Jr. Tupac Amaru; cabe destacar que se inicia en el punto A (0+000) y finaliza en el punto B (3+280).

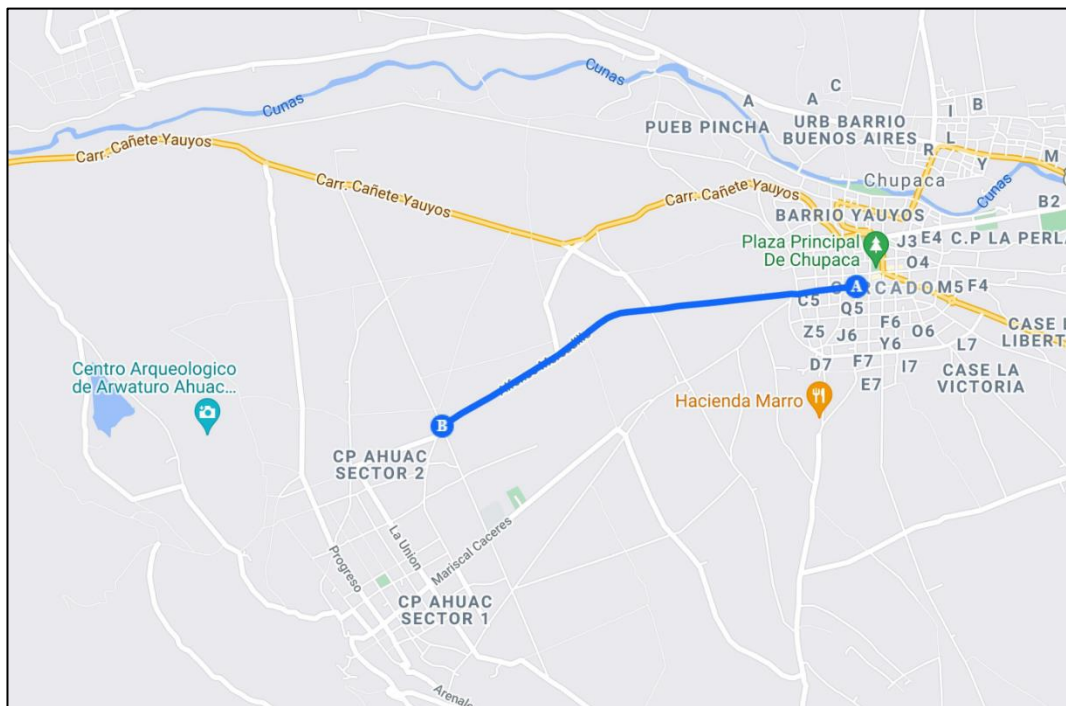


Figura 1: Mapa del Jr. Alonso Mercadillo  
Fuente: (Google Maps, 2021)

#### 1.3.2 TEMPORAL

La investigación se inició en el mes de octubre del año 2021 y finalizó en el mes de febrero del año 2022.

### **1.3.3 ECONÓMICA**

El presupuesto invertido para el desarrollo de la investigación asciende a la suma de 12,000.00 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 la solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca - 2021.

#### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Calcular los valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.
- Calcular el número máximo de valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.
- Calcular el máximo valor deducido corregido aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

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

- (LEGUÍA LOARTE, y otros, 2016) bachilleres de la Universidad de San Martín de Porres (USMP) elaboraron la tesis, para optar por el título profesional de ingeniero civil, titulada: Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho - Huaura - Lima).

El objetivo de la investigación fue realizar la evaluación superficial de pavimentos mediante el método Pavement Condition Index (PCI) para conocer el estado de conservación de las vías arteriales Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho - Huaura - Lima).

Los resultados obtenidos en la investigación mostraron que la Av. Cincuentenario, la cual está conformada por 4 tramos, tienen los siguientes resultados, el primero de ellos (0+000 – 1+000) obtuvo un PCI promedio de 39.90 que lo clasifica como un pavimento malo, el segundo tramo (1+000 – 2+000) presenta un PCI promedio de 47.90 que lo clasifica como un pavimento regular, el tercer y cuarto tramo (2+000 – 3+000) (3+000 – 3+800) tienen un PCI de 60.21 y 59.35 respectivamente lo que indica que ambos tramos se clasifican como pavimentos buenos.

Por su parte la Av. Colón y Av. Miguel Grau se subdividieron en 04 tramos cuyos resultados se exponen a continuación: El primer tramo (0+000 – 0+300) que representa en su totalidad a la Av. Colón, tiene un PCI promedio de 71.06 que lo clasifica como un pavimento bueno, el segundo tramo (0+300 – 0+350) el cual inicia la Av. Miguel Grau y es colindante a la Plaza de Armas tiene un PCI de 70.00 que lo clasifica como un pavimento muy bueno. El tercer (0+350 – 1+150) y cuarto tramo (0+350 – 1+150) tienen un PCI de 31.98 y 64.13 que lo califica como un pavimento en mala condición y un pavimento en buena condición respectivamente.

Las conclusiones de la investigación determinan que aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), la Av. Cincuentenario tiene un PCI de promedio de 51.84 y se encuentra en un estado de conservación regular, mientras que la Av. Colón y Miguel Grau tienen un PCI promedio de 59.29 lo que resulta en un estado de conservación del pavimento bueno.

- (RODAS MONTENEGRO, y otros, 2018) bachilleres de la Universidad de San Martín de Porres (USMP) elaboraron la tesis, para optar por el título profesional de ingeniero civil, titulada: Análisis comparativo de daños en el pavimento con tecnología LCMS y método semiautomatizado para determinar PCI tramo Morropón - Puente la Gallega (Piura).

El objetivo de la investigación fue determinar el grado de eficiencia del LCMS respecto al método Semiautomatizado, para determinar PCI, Tramo Morropón - Puente La Gallega (Piura).

Los resultados obtenidos en la investigación mostraron que en cuanto a los indicadores de PCI del Método Semiautomatizado y equipo LCMS, se visualiza que existe un alto grado de eficiencia de 95.75% con respecto al Método Semiautomatizado, logrando calificar al pavimento en un estado Muy Bueno según la escala de PCI.

Las conclusiones de la investigación exponen que el PCI que arroja el método LCMS en promedio de ambos carriles es 76.14, mientras que el PCI del método Semiautomatizado es 79.49, ambos categorizan al pavimento del tramo Morropón – Puente La Gallega como muy bueno; con esto se concluye que hacer auscultaciones con el Laser Crack Measurement System es eficiente.

- (GRANDA HINOSTROZA , 2018) bachiller de la Universidad Nacional Daniel A. Carrión (UNDAC) elaboro la tesis, para optar por el título profesional de ingeniero civil, titulada: Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca - Yanacancha – Pasco - 2018.

El objetivo de la investigación fue evaluar la condición del pavimento rígido por el método PCI en el Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018.

Los resultados obtenidos en la investigación mostraron que el PCI promedio de la zona Chaupimarca es 46.26 clasificándose como un pavimento regular, el PCI promedio de la zona Yanacancha Antigua es 22.23 clasificándose como un pavimento muy malo y finalmente el PCI promedio de la zona San Juan Pampa es 20.98 clasificándose como un pavimento malo.

Las conclusiones de la investigación exponen que el Anillo Vial Tramo Chaupimarca - Yanacancha obtuvo un PCI promedio de 32.00 lo que indica que se clasifica como un pavimento malo.

- (TACZA HERRERA, y otros, 2018) bachilleres de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) elaboraron la tesis, para optar por el título profesional de ingeniero civil, titulada: 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.

El objetivo de la investigación fue proponer alternativas de intervención que permitan mejorar la condición operacional del pavimento flexible existente en el carril segregado del corredor Javier Prado.

Los resultados obtenidos en la investigación mostraron que el PCI promedio del carril segregado del corredor Javier Prado es 57.00 lo que lo clasifica como un pavimento malo.

Las conclusiones de la investigación exponen que mediante la aplicación del Método Pavement Condition Index (PCI) se determinó

la condición actual del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado y partir de ello, se pudo plantear adecuadas alternativas de intervención necesarias para mejorar la condición de la vía.

- (BRAVO REYES, 2020) bachiller de la Universidad Ricardo Palma (URP) elaboro la tesis, para optar por el título profesional de ingeniero civil, titulada: Evaluación superficial de pavimentos asfálticos mediante las metodologías del MTC Perú y PCI.

El objetivo de la investigación fue evaluar y comparar las metodologías MTC PERU y PCI en la evaluación superficial de los pavimentos asfálticos. Los resultados obtenidos en la investigación mostraron que la vía muestral avenida Las Nazarenas obtuvo como resultado un PCI de 63.00 que lo clasifica en la escala como un pavimento bueno según el manual de Pavement Condition Index y en el caso de la evaluación bajo la metodología del MTC PERU arrojó como resultado un estado de condición igual a 987.50 que lo clasifica en la escala como bueno.

Las conclusiones de la investigación exponen que luego de evaluar y comparar las metodologías MTC Perú y PCI en la evaluación superficial de los pavimentos asfálticos estas metodologías dan como resultado un PCI de 63.00 que lo clasifica en la escala como bueno (según el manual de Pavement Condition Index) y que considera como acción correctiva la rehabilitación, y en el caso de la evaluación bajo la metodología del MTC Perú dio como resultado

un estado de condición igual a 987.50 que lo clasifica en la escala como bueno (según el manual de mantenimiento y conservación vial del MTC) que considera como acción correctiva la conservación rutinaria.

### **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 Champagne 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 georefenciada 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).



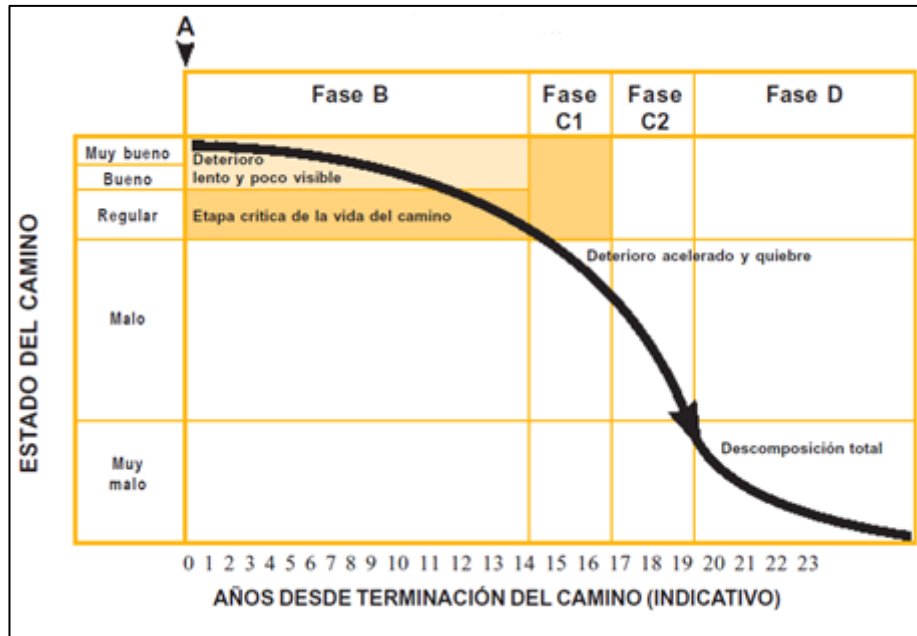


Gráfico 1: Condición de la vía sin mantenimiento  
 Fuente: (MENENDEZ ACUARIO, 2003)

### 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).

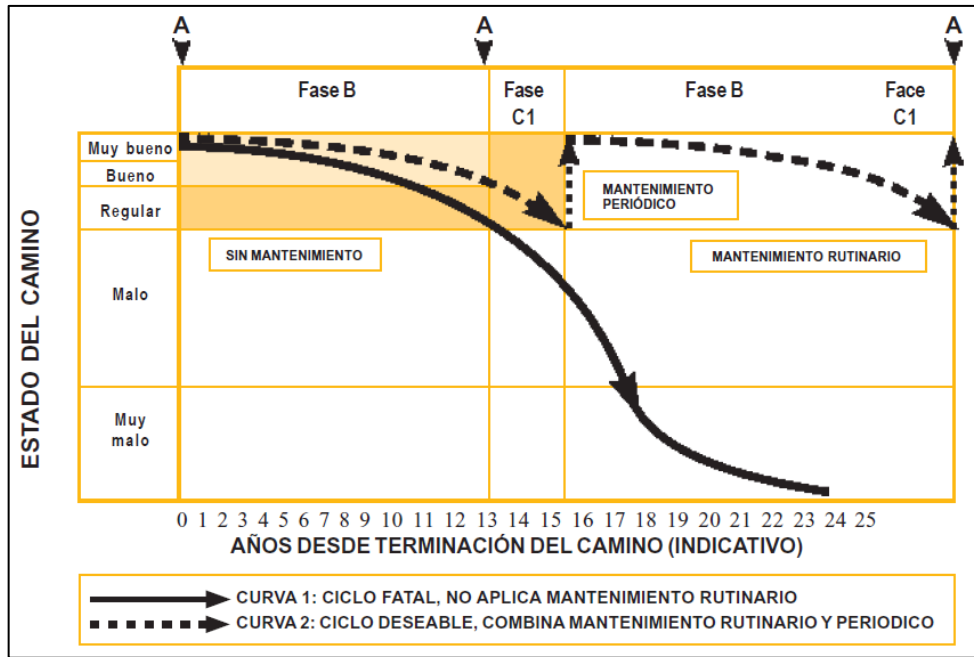


Gráfico 2: Condición de la vía con y sin mantenimiento  
 Fuente: (MENENDEZ ACUARIO, 2003)

“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).

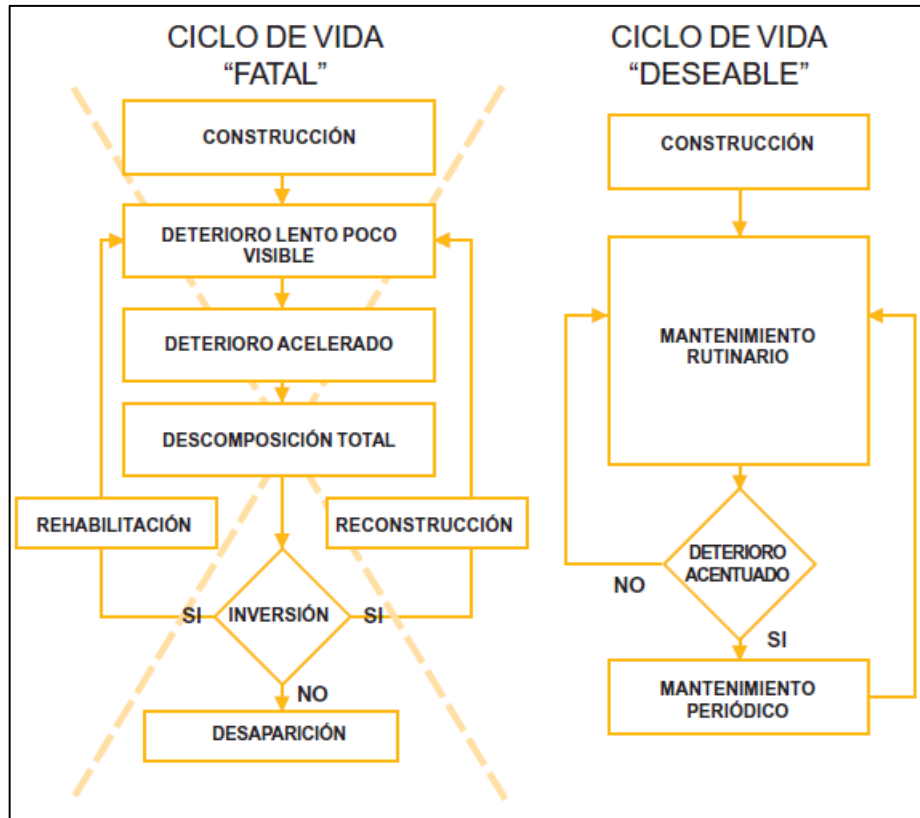


Gráfico 3: Diagrama de flujo del ciclo de vida fatal y deseable  
 Fuente: (MENEDEZ ACUARIO, 2003)

## 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").

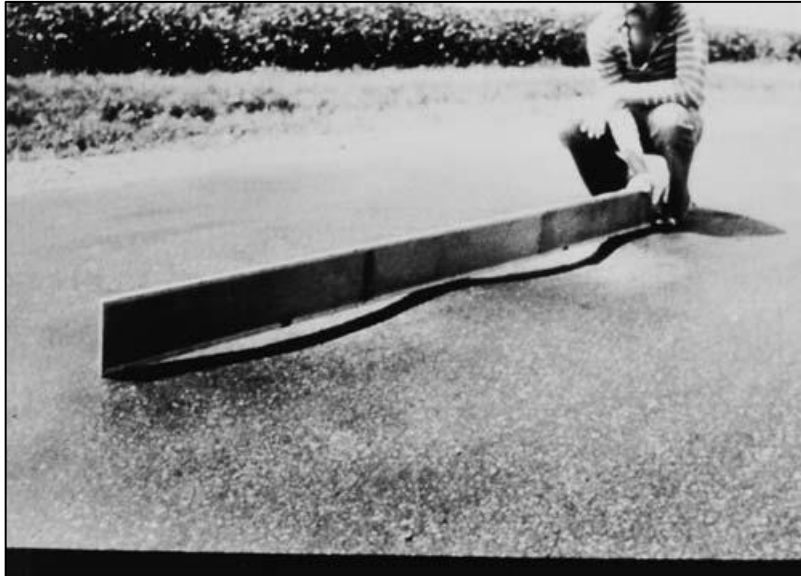
Los hundimientos son pequeños desplazamientos abruptos hacia abajo de la superficie del pavimento” (ASTM Internacional , 2016 pág. 14).



*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 hidropneumático” (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**

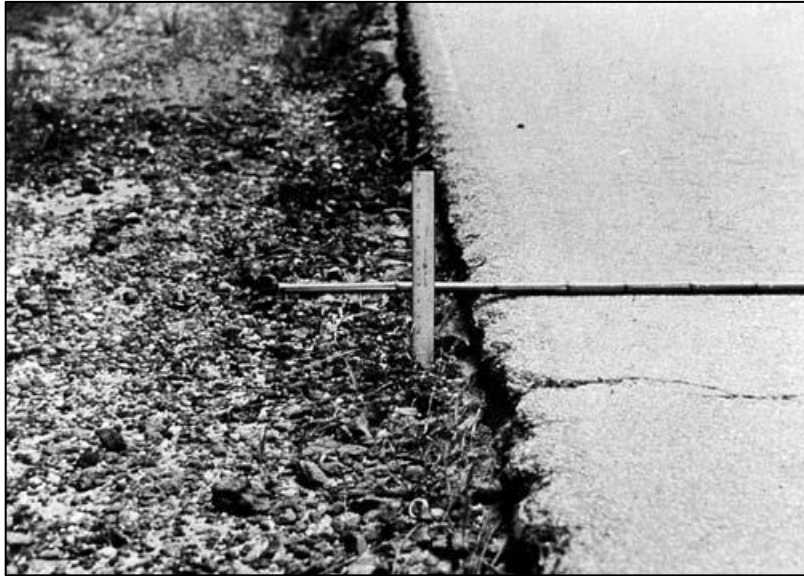
“[...] Esta falla ocurre solo en pavimentos con superficie asfaltada que se han colocado sobre una losa de PCC. No incluye fisuras por reflexión de cualquier otro tipo de base, es decir, estabilizada con cemento o cal; estas grietas son causadas principalmente por el movimiento térmico o inducido por 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).

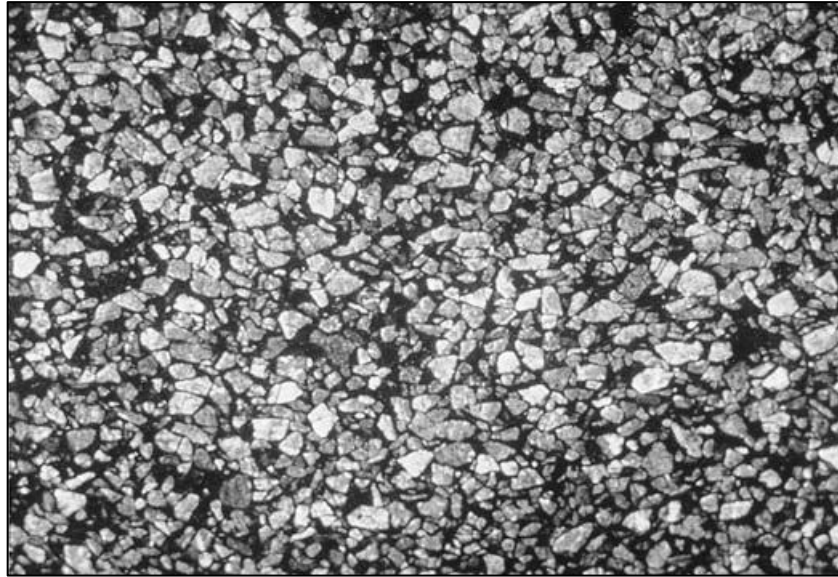


*Figura 12: Parcheo de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

#### **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).

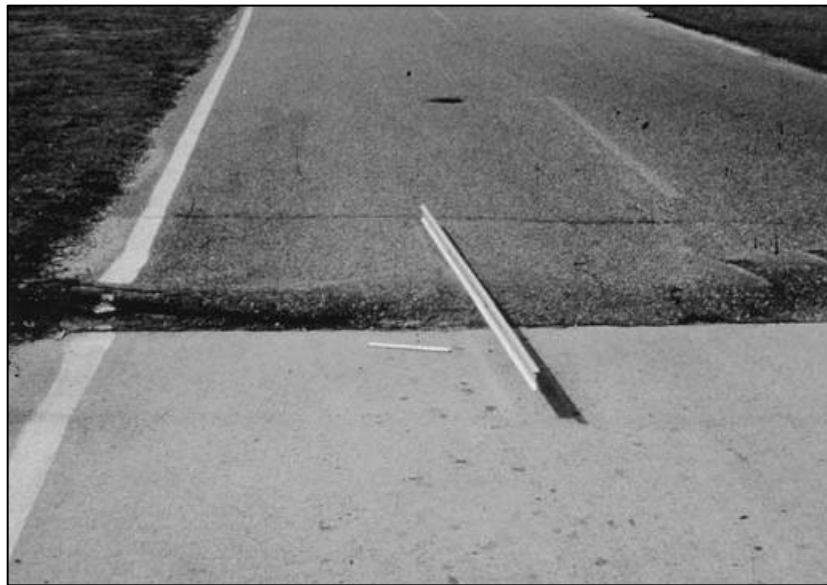


*Figura 16: Ahuellamiento de alta gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)*

### 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

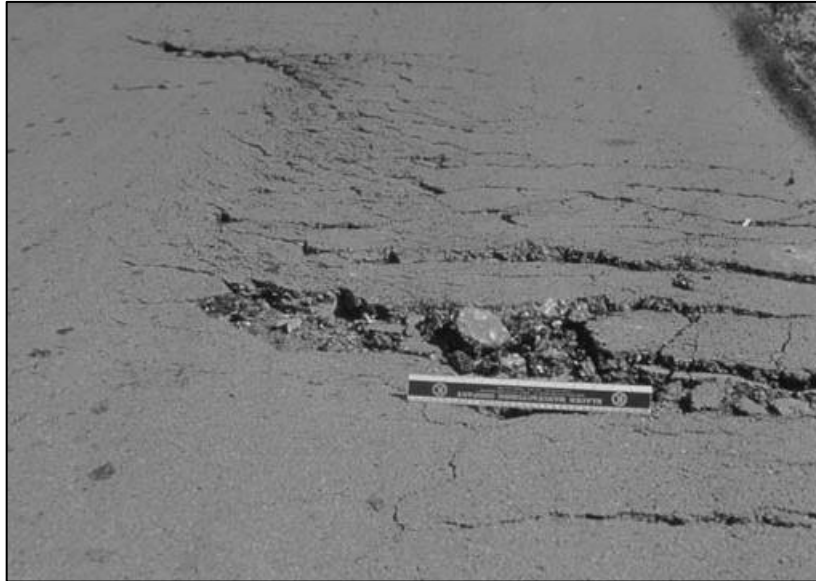
la superficie del pavimento. Este deterioro ocurre normalmente sólo en pavimentos de mezcla de asfalto líquido inestable (cutback o emulsión). Los desplazamientos también ocurren donde los pavimentos de asfalto colindan con los pavimentos de PCC. Los pavimentos de PCC aumentan de longitud y empujan el 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**

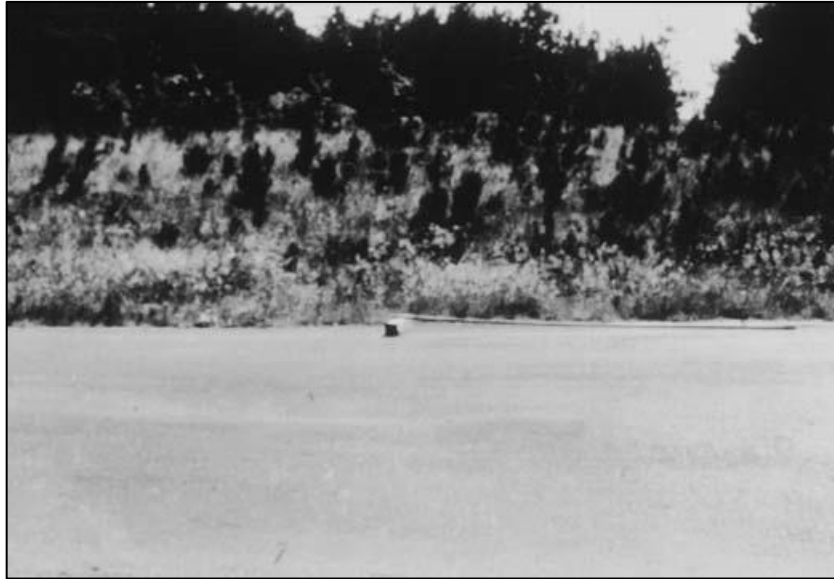
“Las grietas parabólicas son grietas en forma de luna o media luna, generalmente transversales a la dirección de desplazamiento. Se producen cuando las ruedas al frenar o girar hacen que la superficie del pavimento se deslice o deforme. Esta falla generalmente ocurre en superposiciones cuando hay una 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 sellado 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 sellado 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 sellado 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 sellado 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

## 2.2.8 NIVELES DE INTERVENCIÓN EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES

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 3: 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		
Muy pobre	11	25		Reconstrucción
Colapsado	0	10		

## 2.2.9 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).

### 2.2.9.1 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 4: 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

### 2.2.9.2 NIVELES DE GRAVEDAD

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

*Tabla 5: Niveles de gravedad  
Fuente: (ASTM Internacional, 2016)*

Ítem	Gravedad	Ingles	Español
01	L	Low	Bajo
02	M	Medium	Medio
03	H	High	Alto

### 2.2.9.3 FALLAS EN PAVIMENTOS ASFALTICOS

“[...] 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 6: Fallas en pavimentos asfálticos  
Fuente: (ASTM Internacional , 2016)

Ítem	Falla	U.M
01	Piel de cocodrilo (m2)	m2
02	Exudación (m2)	m2
03	Agrietamiento en bloque (m2)	m2
04	Abultamientos y hundimientos (m)	m
05	Corrugación (m2)	m2
06	Depresión (m2)	m2
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 (m2)	m2
12	Pulimento de agregados (m2)	m2
13	Huecos (unidad)	unidad
14	Cruce de vía férrea (m2)	m2
15	Ahuellamiento (m2)	m2
16	Desplazamiento (m2)	m2
17	Grieta parabólica (m2)	m2
18	Hinchamiento (m2)	m2
19	Desprendimiento de agregados (m2)	m2

### 2.2.9.4 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).

#### **2.2.9.5 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).

#### **2.2.9.6 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).

### **2.2.9.7 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)

### **2.2.10 EVALPAV**

“[...] El software EvalPav se ha desarrollado en la dirección de estudios especiales de la dirección general de caminos y ferrocarriles del ministerio de transportes y comunicaciones del Perú, dentro del marco establecido en el reglamento de organización y funciones, se busca promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables a los estudios, obras y administración de infraestructura vial. La aplicación del sistema de gestión de base de datos del software EvalPav para la evaluación de la condición superficial en el área de mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de pavimentos, permite optimizar la recopilación de datos de campo, procesamiento de la información en menor tiempo, calidad y grado de confiabilidad para facilitar el análisis mediante la interpretación de resultados y la proposición de alternativas de solución en tiempo real” (RODAS MONTENEGRO, y otros, 2018 pág. 43).

## **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 ASTM D6433**

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

### **2.3.5 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).

### **2.3.6 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.

### **2.3.7 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).

### **2.3.8 SUPERFICIE DE HORMIGÓN ASFÁLTICO (AC)**

“[...] 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).

### **2.3.9 PAVIMENTO DE HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND (PCC)**

“Mezcla de agregados con aglomerante de cemento Portland, incluido pavimento con juntas reforzadas y no reforzadas” (ASTM Internacional , 2016).



## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL**

- El cálculo del Índice de condición del pavimento flexible empleando la norma ASTM D6433 permite implementar la solución vial congruente en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.

### **2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- El cálculo de los valores deducidos empleando la norma ASTM D6433 permite cuantificar el número máximo de valores deducidos en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.
- El cálculo del número máximo de valores deducidos empleando la norma ASTM D6433 permite cuantificar el máximo valor deducido corregido en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.
- El cálculo del máximo valor deducido corregido empleando la norma ASTM D6433 permite cuantificar el Índice de condición del pavimento flexible en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.

## **2.5 VARIABLES**

### **2.5.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE**

#### **2.5.1.1 VARIABLE INDEPENDIENTE (X): ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (NORMA 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).

### 2.5.1.2 VARIABLE DEPENDIENTE (Y): SOLUCIÓN VIAL

El diccionario de la (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2021) define a la palabra solución en su segunda acepción como la acción y efecto de resolver una duda, dificultad o problema. En este caso referido a los problemas de una vía, específicamente los de un pavimento flexible.

### 2.5.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Tabla 7: Operacionalización de la variable (X)

Fuente: elaboración propia

	VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	Índice de condición del pavimento flexible (ASTM Internacional, 2016)	“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)
				Parqueo (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)

Tabla 8: Operacionalización de la variable (Y)

Fuente: elaboración propia

	VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	Solución vial	La (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2021)define a la palabra solución en su	Actividades de conservación rutinaria	Sellado de fisuras y grietas en calzada (m2)
				Sellado de fisuras y grietas en bermas (m)

		segunda acepción como la acción y efecto de resolver una duda, dificultad o problema. En este caso referido a los problemas de una vía, específicamente los de un pavimento flexible.	Parchado superficial en calzada (m2)
			Parchado profundo en calzada (m2)
			Bacheo de bermas con material granular (m2)
			Nivelación de bermas con material granular (m2)
			Parchado superficial de bermas con tratamiento asfáltico (m2)
			Parchado profundo de bermas con tratamiento asfáltico (m2)
	Actividades de conservación periódica		Sellos asfálticos (m2)
			Recapeos asfálticos (m2)
			Fresado de carpeta asfáltica (m2)
			Microfresado de carpeta asfáltica (m2)
			Reconformación de base granular en bermas (m2)
			Imprimación reforzada en bermas con material granular (m2)
			Nivelación de bermas con mezcla asfáltica (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 la solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021; 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 describir y explicar la solución vial congruente al índice de

condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 del Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021 (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 9: Diseño de la investigación  
Fuente: (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2014)*

<b>O1 X O2</b>	
<b>O1</b>	: Pre - test (Índice de condición del pavimento flexible Norma ASTM D6433)
<b>X</b>	: La solución vial
<b>O2</b>	: Post - test (Índice de condición del pavimento flexible Norma ASTM D6433)

### 3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.5.1 POBLACIÓN

La población está definida por 82 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 272 m<sup>2</sup>.

#### 3.5.2 MUESTRA

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 272 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 es la norma ASTM D6433 titulada: Práctica estándar para estudios del índice de condición del pavimento de carreteras y estacionamientos.

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

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**

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 MESURA DEL TRAMO EN ESTUDIO

##### 4.1.1 MESURA LONGITUDINAL DEL TRAMO EN ESTUDIO

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

*Tabla 10: Mesura longitudinal del tramo en estudio  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Sentido		Distancia (m)	Distancia promedio (m)
1	Jr. Petrona Apolaya	Jr. Tupac Amaru	3282.00	3280.00
2	Jr. Tupac Amaru	Jr. Petrona Apolaya	3278.00	

##### 4.1.2 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 11: Mesura transversal del tramo en estudio  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Progresiva	Ancho calzada (m)	Promedio (m)
1	0+000	8.47	8.50
2	0+100	8.51	
3	0+200	8.53	
4	0+300	8.48	
5	0+400	8.57	
6	0+500	8.53	
7	0+600	8.49	
8	0+700	8.47	
9	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 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN (N)

La norma ASTM D6433, inciso (2.1.7) menciona que el área de muestreo es:

225 ± 90 m<sup>2</sup>, por tanto:

*Tabla 12: Cálculo de la población (N)  
Fuente: Elaboración propia*

Área de la muestra (m <sup>2</sup> )	Mínimo	Máximo
		135.00
Tramo en estudio (Km)	0+000	3+280
Longitud de la vía (m)	3280.00	

Ancho de calzada (m)	6.80
Longitud de muestra (m)	40.00
Área de la muestra (m <sup>2</sup> )	<b>272.00</b>
Población (unidad)	<b>82</b>

### 4.3 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 13: Cálculo de la muestra (n)

Fuente: Elaboración propia

Población (unidad)	82
Error admisible	5.00
Desviación estándar	10.00
Muestra (unidad)	<b>14</b>

### 4.4 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 14: Intervalo de Muestreo (i)

Fuente: Elaboración propia

Población (unidad)	82
Muestra (unidad)	14
Intervalo de muestreo	<b>6</b>

#### 4.5 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+040</b>	<b>0+080</b>	<b>0+120</b>	<b>0+160</b>	<b>0+200</b>	<b>0+240</b>
	<b>U.M. 01</b>					
<b>0+240</b>	<b>0+280</b>	<b>0+320</b>	<b>0+360</b>	<b>0+400</b>	<b>0+440</b>	<b>0+480</b>
	<b>U.M. 02</b>					
<b>0+480</b>	<b>0+520</b>	<b>0+560</b>	<b>0+600</b>	<b>0+640</b>	<b>0+680</b>	<b>0+720</b>
	<b>U.M. 03</b>					
<b>0+720</b>	<b>0+760</b>	<b>0+800</b>	<b>0+840</b>	<b>0+880</b>	<b>0+920</b>	<b>0+960</b>
	<b>U.M. 04</b>					
<b>0+960</b>	<b>1+000</b>	<b>1+040</b>	<b>1+080</b>	<b>1+120</b>	<b>1+160</b>	<b>1+200</b>
	<b>U.M. 05</b>					
<b>1+200</b>	<b>1+240</b>	<b>1+280</b>	<b>1+320</b>	<b>1+360</b>	<b>1+400</b>	<b>1+440</b>
	<b>U.M. 06</b>					
<b>1+440</b>	<b>1+480</b>	<b>1+520</b>	<b>1+560</b>	<b>1+600</b>	<b>1+640</b>	<b>1+680</b>
	<b>U.M. 07</b>					
<b>1+680</b>	<b>1+720</b>	<b>1+760</b>	<b>1+800</b>	<b>1+840</b>	<b>1+880</b>	<b>1+920</b>
	<b>U.M. 08</b>					
<b>1+920</b>	<b>1+960</b>	<b>2+000</b>	<b>2+040</b>	<b>2+080</b>	<b>2+120</b>	<b>2+160</b>
	<b>U.M. 09</b>					
<b>2+160</b>	<b>2+200</b>	<b>2+240</b>	<b>2+280</b>	<b>2+320</b>	<b>2+360</b>	<b>2+400</b>
	<b>U.M. 10</b>					
<b>2+400</b>	<b>2+440</b>	<b>2+480</b>	<b>2+520</b>	<b>2+560</b>	<b>2+600</b>	<b>2+640</b>
	<b>U.M. 11</b>					
<b>2+640</b>	<b>2+680</b>	<b>2+720</b>	<b>2+760</b>	<b>2+800</b>	<b>2+840</b>	<b>2+880</b>
	<b>U.M. 12</b>					
<b>2+880</b>	<b>2+920</b>	<b>2+960</b>	<b>3+000</b>	<b>3+040</b>	<b>3+080</b>	<b>3+120</b>

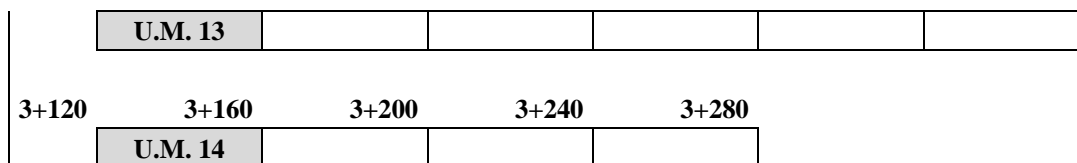


Gráfico 4: Esquema de muestreo

Fuente: elaboración propia

#### 4.6 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 15: 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+040	10	M	m	0.00	0.00	6.80	0.00
02	0+000	0+040	7	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
03	0+000	0+040	7	M	m	6.80	0.00	1.00	40.00
04	0+000	0+040	11	L	m2	0.44	1.99	1.72	4.45
05	0+000	0+040	1	L	m2	0.85	0.00	5.10	40.00
06	0+000	0+040	11	L	m2	0.62	18.08	0.71	1.90
07	0+000	0+040	11	L	m2	0.00	29.00	0.76	1.10
08	0+000	0+040	11	L	m2	0.45	35.05	1.03	1.60

Tabla 16: 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+240	0+280	3	L	m2	3.44	0.00	3.36	6.85
02	0+240	0+280	11	L	m2	1.41	5.37	0.93	0.90
03	0+240	0+280	11	M	m2	2.36	5.45	1.40	0.76
04	0+240	0+280	3	L	m2	1.04	2.04	1.73	3.46
05	0+240	0+280	7	M	m2	0.00	0.00	1.00	40.00
06	0+240	0+280	7	M	m2	6.80	0.00	1.00	40.00
07	0+240	0+280	10	M	m	4.82	6.91	0.00	3.31
08	0+240	0+280	10	M	m	1.99	6.35	0.00	2.12
09	0+240	0+280	3	L	m2	3.91	9.73	0.88	3.40

10	0+240	0+280	10	L	m	3.63	6.49	0.00	3.01
11	0+240	0+280	3	L	m2	4.04	20.00	2.76	5.55
12	0+240	0+280	3	L	m2	3.61	29.87	3.19	6.44
13	0+240	0+280	3	M	m2	0.00	36.31	6.80	3.69
14	0+240	0+280	11	L	m2	4.07	36.39	0.72	1.09
15	0+240	0+280	11	M	m2	3.95	38.80	1.16	1.20
16	0+240	0+280	13	M	unidad	4.88	0.57	1.00	1.00
17	0+240	0+280	13	M	Unidad	4.89	4.45	1.00	1.00
18	0+240	0+280	19	M	m2	0.00	0.00	6.80	40.00

Tabla 17: 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+480	0+520	10	H	m	2.67	0.00	0.00	12.20
02	0+480	0+520	11	M	m2	0.54	0.00	2.18	3.31
03	0+480	0+520	9	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
04	0+480	0+520	9	M	m	6.80	0.00	1.00	40.00
05	0+480	0+520	10	L	m	2.70	2.48	2.85	0.00
06	0+480	0+520	10	L	m	3.51	0.00	0.00	40.00
07	0+480	0+520	13	M	unidad	0.81	4.86	1.00	1.00
08	0+480	0+520	10	L	m	4.29	11.92	2.51	0.00
09	0+480	0+520	10	L	m	1.61	10.00	0.00	2.18
10	0+480	0+520	10	L	m	2.80	16.69	0.00	1.00
11	0+480	0+520	10	L	m	1.45	16.32	0.00	0.70
12	0+480	0+520	1	L	m2	1.79	21.82	1.00	3.18
13	0+480	0+520	19	M	m2	0.00	0.00	6.80	40.00
14	0+480	0+520	3	M	m2	3.58	24.86	3.22	2.82
15	0+480	0+520	3	M	m2	3.05	38.20	3.75	1.80
16	0+480	0+520	10	M	m	2.84	1.60	0.00	6.83

Tabla 18: 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+720	0+760	10	L	m	3.40	0.00	0.00	40.00
02	0+720	0+760	1	L	m2	0.00	0.00	1.31	9.16
03	0+720	0+760	19	M	m2	0.00	0.00	6.80	40.00
04	0+720	0+760	11	L	m2	4.43	5.15	1.08	2.32
05	0+720	0+760	3	L	m2	3.40	11.78	3.40	2.40
06	0+720	0+760	4	L	m2	1.50	12.63	0.18	12.63
07	0+720	0+760	1	L	m2	4.52	19.65	2.28	19.35

08	0+720	0+760	4	M	m2	5.60	14.93	0.73	14.14
09	0+720	0+760	9	L	m	0.00	0.00	1.00	40.00
10	0+720	0+760	9	L	m	6.80	0.00	1.00	40.00
11	0+720	0+760	10	L	m	0.95	26.71	0.00	3.29
12	0+720	0+760	1	M	m2	0.00	30.00	0.98	10.00

Tabla 19: 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	0+960	1+000	3	M	m2	0.00	0.00	6.80	7.37
02	0+960	1+000	4	M	m2	1.56	0.00	0.20	0.92
03	0+960	1+000	9	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
04	0+960	1+000	9	M	m	6.80	0.00	1.00	40.00
05	0+960	1+000	11	M	m2	3.38	7.02	3.42	0.57
06	0+960	1+000	10	L	m	3.40	0.00	0.00	40.00
07	0+960	1+000	1	M	m2	5.04	17.34	1.76	12.52
08	0+960	1+000	11	M	m2	3.59	19.46	0.39	1.50
09	0+960	1+000	10	M	m	1.45	19.83	0.00	9.35
10	0+960	1+000	13	L	unidad	3.65	24.28	1.00	1.00
11	0+960	1+000	13	L	unidad	3.65	5.67	1.00	1.00
12	0+960	1+000	1	M	m2	4.78	36.56	2.02	4.31
13	0+960	1+000	19	M	m2	0.00	0.00	6.80	40.00

Tabla 20: 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+200	1+240	9	L	m	0.00	0.00	1.00	40.00
02	1+200	1+240	9	L	m	6.80	0.00	1.00	40.00
03	1+200	1+240	19	M	m2	0.00	0.00	6.80	40.00
04	1+200	1+240	10	L	m	3.40	0.00	0.00	40.00
05	1+200	1+240	1	M	m2	3.34	0.00	3.34	40.00
06	1+200	1+240	3	M	m2	0.00	0.00	2.63	6.22
07	1+200	1+240	3	M	m2	0.00	9.47	2.46	12.97
08	1+200	1+240	10	M	m	1.67	23.17	0.00	4.70
09	1+200	1+240	10	L	m	2.64	29.46	0.70	0.00
10	1+200	1+240	3	M	m2	0.00	33.13	4.50	3.34

Tabla 21: 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+440	1+480	9	L	m	0.00	0.00	1.00	40.00
02	1+440	1+480	9	L	m	6.80	0.00	1.00	40.00
03	1+440	1+480	19	M	m2	0.00	0.00	6.80	40.00
04	1+440	1+480	1	M	m2	5.17	0.00	1.63	28.88
05	1+440	1+480	4	L	m2	6.50	38.96	0.00	1.04
06	1+440	1+480	3	L	m2	3.29	0.00	1.66	11.06
07	1+440	1+480	15	M	m2	5.54	0.00	0.99	18.90
08	1+440	1+480	3	M	m2	1.11	20.00	2.18	20.00
09	1+440	1+480	10	L	m	3.29	0.00	0.00	40.00
10	1+440	1+480	3	L	m2	1.48	33.90	2.89	6.10

Tabla 22: 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	1+680	1+720	10	H	m	3.40	0.00	0.00	40.00
02	1+680	1+720	19	M	m2	0.00	0.00	3.40	40.00
03	1+680	1+720	19	M	m2	3.40	0.00	3.40	40.00
04	1+680	1+720	9	L	m	0.00	0.00	1.00	40.00
05	1+680	1+720	9	L	m	6.80	0.00	1.00	40.00
06	1+680	1+720	4	L	m2	5.26	0.00	0.06	1.63
07	1+680	1+720	3	L	m2	3.45	14.10	3.35	5.28
08	1+680	1+720	1	L	m2	4.53	0.00	0.70	40.00
09	1+680	1+720	3	M	m2	0.00	33.86	3.40	6.14
10	1+680	1+720	3	M	m2	3.40	36.39	3.40	3.61

Tabla 23: 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	1+920	1+960	9	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
02	1+920	1+960	9	M	m	6.80	0.00	1.00	40.00
03	1+920	1+960	12	L	m2	3.40	0.00	3.40	40.00
04	1+920	1+960	19	M	m2	0.00	0.00	3.40	40.00
05	1+920	1+960	3	M	m2	3.40	0.00	3.40	11.21
06	1+920	1+960	3	M	m2	3.40	0.00	3.40	22.61

07	1+920	1+960	3	M	m2	3.40	27.32	3.40	12.38
----	-------	-------	---	---	----	------	-------	------	-------

Tabla 24: 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+160	2+200	9	H	m	0.00	0.00	1.00	40.00
02	2+160	2+200	9	H	m	6.80	0.00	1.00	40.00
03	2+160	2+200	12	L	m2	0.00	0.00	6.80	40.00
04	2+160	2+200	10	L	m	1.85	9.44	0.00	30.56
05	2+160	2+200	10	M	m	4.08	0.00	0.00	7.56
06	2+160	2+200	1	M	m2	0.76	31.31	0.39	6.51
07	2+160	2+200	10	L	m	2.93	36.93	0.00	3.07
08	2+160	2+200	11	L	m2	6.38	14.77	0.23	0.40
09	2+160	2+200	3	L	m2	0.00	0.00	3.40	30.00

Tabla 25: 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	2+400	2+440	10	M	m	3.40	0.00	0.00	40.00
02	2+400	2+440	9	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
03	2+400	2+440	9	M	m	6.80	0.00	1.00	40.00
04	2+400	2+440	3	M	m2	3.40	0.00	3.40	40.00
05	2+400	2+440	12	L	m2	0.00	0.00	6.80	40.00

Tabla 26: 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	2+640	2+680	12	M	m2	0.00	0.00	6.70	40.00
02	2+640	2+680	10	L	m	3.35	0.00	0.00	40.00
03	2+640	2+680	9	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
04	2+640	2+680	9	M	m	6.80	0.00	1.00	40.00
05	2+640	2+680	10	L	m	3.37	0.00	0.00	1.16
06	2+640	2+680	11	M	m2	0.00	10.20	6.70	13.61
07	2+640	2+680	10	L	m	6.19	30.00	0.00	10.00
08	2+640	2+680	11	L	m2	0.00	38.91	6.70	2.71



Tabla 27: 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	2+880	2+920	9	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
02	2+880	2+920	9	M	m	6.80	0.00	1.00	40.00
03	2+880	2+920	19	M	m2	0.00	0.00	6.80	40.00
04	2+880	2+920	10	M	m	4.01	11.25	2.07	0.00
05	2+880	2+920	4	L	m2	6.48	0.00	0.08	13.16
06	2+880	2+920	10	M	m	1.11	3.51	0.00	3.30
07	2+880	2+920	10	L	m	3.74	20.84	0.00	3.70
08	2+880	2+920	3	L	m2	3.4	23.13	1.36	9.63
09	2+880	2+920	1	M	m2	0.00	26.1	1.82	2.96
10	2+880	2+920	10	M	m	1.70	34.40	0.00	5.62

Tabla 28: 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+120	3+160	19	M	m2	0.00	0.00	6.80	40.00
02	3+120	3+160	9	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
03	3+120	3+160	9	M	m	6.80	0.00	1.00	40.00
04	3+120	3+160	10	M	m	5.91	4.56	0.62	0.00
05	3+120	3+160	7	L	m	0.24	29.02	1.00	0.70
06	3+120	3+160	10	M	m	5.91	32.62	0.00	3.52
07	3+120	3+160	10	M	m	1.83	29.41	0.00	3.39
08	3+120	3+160	13	L	unidad	0.90	24.43	1.00	1.00

#### 4.7 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 29: Valores deducidos unidad de muestra 01

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	0+000	0+040	1	L	204.00						204.00	75.00	<b>58.00</b>

02	0+000	0+040	10	M	6.80						6.80	2.50	<b>7.00</b>
03	0+000	0+040	11	L	0.80	1.30	1.60	7.70			11.50	4.20	<b>8.00</b>
04	0+000	0+040	7	M	40.00	40.00					80.00	29.40	<b>24.00</b>

Tabla 30: Tabla 31: Valores deducidos unidad de muestra 02  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	0+240	0+280	10	L	3.00						3.00	1.10	<b>0.00</b>
02	0+240	0+280	10	M	2.10	3.30					5.40	2.00	<b>5.00</b>
03	0+240	0+280	11	L	0.80	0.80					1.60	0.60	<b>1.00</b>
04	0+240	0+280	11	M	1.10	1.40					2.50	0.90	<b>9.00</b>
05	0+240	0+280	13	M	1.00	1.00					2.00	0.70	<b>26.00</b>
06	0+240	0+280	19	M	272.00						272.00	100.00	<b>43.00</b>
07	0+240	0+280	3	L	3.00	6.00	15.30	20.50	23.00		67.90	25.00	<b>16.00</b>
08	0+240	0+280	3	M	25.10						25.10	9.20	<b>16.00</b>
09	0+240	0+280	7	M	40.00	40.00					80.00	29.40	<b>24.00</b>

Tabla 32: Tabla 33: 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	12.00	44.10					56.10	20.60	42.00
02	0+720	0+760	1	M	9.80						9.80	3.60	35.00
03	0+720	0+760	10	L	3.30	40.00					43.30	15.90	9.00
04	0+720	0+760	11	L	2.50						2.50	0.90	2.00
05	0+720	0+760	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
06	0+720	0+760	3	L	8.20						8.20	3.00	3.00
07	0+720	0+760	4	L	12.60						12.60	4.60	9.00
08	0+720	0+760	4	M	14.10						14.10	5.20	28.00
09	0+720	0+760	9	L	40.00	40.00					80.00	29.40	11.00

Tabla 34: Tabla 35: Valores deducidos unidad de muestra 04  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	0+960	1+000	1	M	8.70	22.00					30.70	11.30	52.00
02	0+960	1+000	10	L	40.00						40.00	14.70	9.00
03	0+960	1+000	10	M	9.40						9.40	3.40	9.00
04	0+960	1+000	11	M	0.60	1.90					2.50	0.90	10.00
05	0+960	1+000	13	L	2.00						2.00	0.70	16.00
06	0+960	1+000	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
07	0+960	1+000	3	M	50.10						50.10	18.40	17.00

08	0+960	1+000	4	M	0.90						0.90	0.00	6.00
09	0+960	1+000	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

Tabla 36: Tabla 37: Valores deducidos unidad de muestra 05

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	1+200	1+240	1	M	133.60					133.60	49.10	62.00
02	1+200	1+240	10	L	0.70	40.00				40.70	15.00	9.00
03	1+200	1+240	10	M	4.70					4.70	1.70	5.00
04	1+200	1+240	19	M	272.00					272.00	100.00	43.00
05	1+200	1+240	3	M	15.00	16.40	31.90			63.30	23.30	19.00
06	1+200	1+240	9	L	40.00	40.00				80.00	29.40	11.00

Tabla 38: Tabla 39: Valores deducidos unidad de muestra 06

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	1+440	1+480	1	M	47.10					47.10	17.30	56.00
02	1+440	1+480	10	L	40.00					40.00	14.70	9.00
03	1+440	1+480	15	M	18.70					18.70	6.90	39.00
04	1+440	1+480	19	M	272.00					272.00	100.00	43.00
05	1+440	1+480	3	L	17.60	18.40				36.00	13.20	11.00
06	1+440	1+480	3	M	43.60					43.60	16.00	16.00
07	1+440	1+480	4	L	1.00					1.00	0.40	1.00
08	1+440	1+480	9	L	40.00	40.00				80.00	29.40	11.00

Tabla 40: Valores deducidos unidad de muestra 07

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	1+440	1+480	1	M	47.10					47.10	17.30	56.00
02	1+440	1+480	10	L	40.00					40.00	14.70	9.00
03	1+440	1+480	15	M	18.70					18.70	6.90	39.00
04	1+440	1+480	19	M	272.00					272.00	100.00	43.00
05	1+440	1+480	3	L	17.60	18.40				36.00	13.20	11.00
06	1+440	1+480	3	M	43.60					43.60	16.00	16.00
07	1+440	1+480	4	L	1.00					1.00	0.40	1.00
08	1+440	1+480	9	L	40.00	40.00				80.00	29.40	11.00

Tabla 41: Valores deducidos unidad de muestra 08

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	1+680	1+720	1	L	28.00					28.00	10.30	33.00

02	1+680	1+720	10	H	40.00						40.00	14.70	42.00
03	1+680	1+720	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
04	1+680	1+720	3	L	17.70						17.70	6.50	6.00
05	1+680	1+720	3	M	12.30	20.90					33.20	12.20	16.00
06	1+680	1+720	4	L	1.60						1.60	0.60	1.00
07	1+680	1+720	9	L	40.00	40.00					80.00	29.40	11.00

Tabla 42: Valores deducidos unidad de muestra 09

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	1+920	1+960	12	L	136.00						136.00	50.00	0.00
02	1+920	1+960	19	M	136.00						136.00	50.00	34.00
03	1+920	1+960	3	M	38.10	42.10	76.90				157.10	57.80	36.00
04	1+920	1+960	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

Tabla 43: Valores deducidos unidad de muestra 10

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	2+160	2+200	1	M	2.50						2.50	0.90	20.00
02	2+160	2+200	10	L	3.10	30.60					33.60	12.40	8.00
03	2+160	2+200	10	M	7.60						7.60	2.80	7.00
04	2+160	2+200	11	L	0.10						0.10	0.00	0.00
05	2+160	2+200	12	L	272.00						272.00	100.00	0.00
06	2+160	2+200	3	L	102.00						102.00	37.50	18.00
07	2+160	2+200	9	H	40.00	40.00					80.00	29.40	30.00

Tabla 44: Valores deducidos unidad de muestra 11

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	2+400	2+440	10	M	40.00						40.00	14.70	23.00
02	2+400	2+440	12	L	272.00						272.00	100.00	0.00
03	2+400	2+440	3	M	136.00						136.00	50.00	33.00
04	2+400	2+440	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

Tabla 45: Valores deducidos unidad de muestra 12

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido	
	Inicial	Final											
01	2+640	2+680	10	L	1.20	10.00	40.00				51.20	18.80	10.00
02	2+640	2+680	11	L	18.20						18.20	6.70	13.00

03	2+640	2+680	11	M	91.20						91.20	33.50	54.00
04	2+640	2+680	12	M	268.00	0.00					268.00	98.50	0.00
05	2+640	2+680	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

Tabla 46: Valores deducidos unidad de muestra 13  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	2+880	2+920	1	M	5.40						5.40	2.00	27.00
02	2+880	2+920	10	L	3.70						3.70	1.40	0.00
03	2+880	2+920	10	M	2.10	3.30	5.60				11.00	4.00	10.00
04	2+880	2+920	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
05	2+880	2+920	3	L	13.10						13.10	4.80	5.00
06	2+880	2+920	4	L	13.20						13.20	4.80	9.00
07	2+880	2+920	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

Tabla 47: Valores deducidos unidad de muestra 14  
Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	3+120	3+160	10	M	0.60	3.40	3.50				7.50	2.80	7.00
02	3+120	3+160	13	L	1.00						1.00	0.40	9.00
03	3+120	3+160	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
04	3+120	3+160	7	L	0.70						0.70	0.30	0.00
05	3+120	3+160	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

## 4.8 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 48: Número máximo de valores deducidos (m)  
Fuente: EvalPav

Ítem	Área (m2)	Unidad de muestra	Progresiva		m
			Inicial	Final	
01	272.00	01	0+000	0+040	<b>4.90</b>
02	272.00	02	0+240	0+280	<b>6.20</b>
03	272.00	03	0+480	0+520	<b>6.20</b>

04	272.00	04	0+720	0+760	<b>6.20</b>
05	272.00	05	0+960	1+000	<b>5.40</b>
06	272.00	06	1+200	1+240	<b>4.50</b>
07	272.00	07	1+440	1+480	<b>5.00</b>
08	272.00	08	1+680	1+720	<b>6.20</b>
09	272.00	09	1+920	1+960	<b>6.90</b>
10	272.00	10	2+160	2+200	<b>7.40</b>
11	272.00	11	2+400	2+440	<b>7.20</b>
12	272.00	12	2+640	2+680	<b>5.20</b>
13	272.00	13	2+880	2+920	<b>6.20</b>
14	272.00	14	3+120	3+160	<b>6.20</b>

#### 4.9 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 49: Máximo valor deducido corregido (VDC)  
Fuente: EvalPav

Ítem	Área (m2)	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC
			Inicial	Final		
01	272.00	01	0+000	0+040	4.900	<b>64.00</b>
02	272.00	02	0+240	0+280	6.200	<b>67.00</b>
03	272.00	03	0+480	0+520	6.200	<b>64.00</b>
04	272.00	04	0+720	0+760	6.200	<b>85.00</b>
05	272.00	05	0+960	1+000	5.400	<b>76.00</b>
06	272.00	06	1+200	1+240	4.500	<b>78.00</b>
07	272.00	07	1+440	1+480	5.000	<b>86.00</b>
08	272.00	08	1+680	1+720	6.200	<b>78.00</b>
09	272.00	09	1+920	1+960	6.900	<b>56.00</b>
10	272.00	10	2+160	2+200	7.400	<b>46.00</b>
11	272.00	11	2+400	2+440	7.200	<b>47.00</b>
12	272.00	12	2+640	2+680	5.200	<b>60.00</b>
13	272.00	13	2+880	2+920	6.200	<b>60.00</b>
14	272.00	14	3+120	3+160	6.200	<b>49.00</b>

#### 4.10 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 50: Índice de condición del pavimento flexible (PCI)  
Fuente: EvalPav

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>

#### 4.10.1 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. Alonso Mercadillo.

SOLUCIÓN VIAL CONGRUENTE AL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE  
 APLICANDO LA NORMA ASTM D6433 EN EL JR. ALONSO MERCADILLO

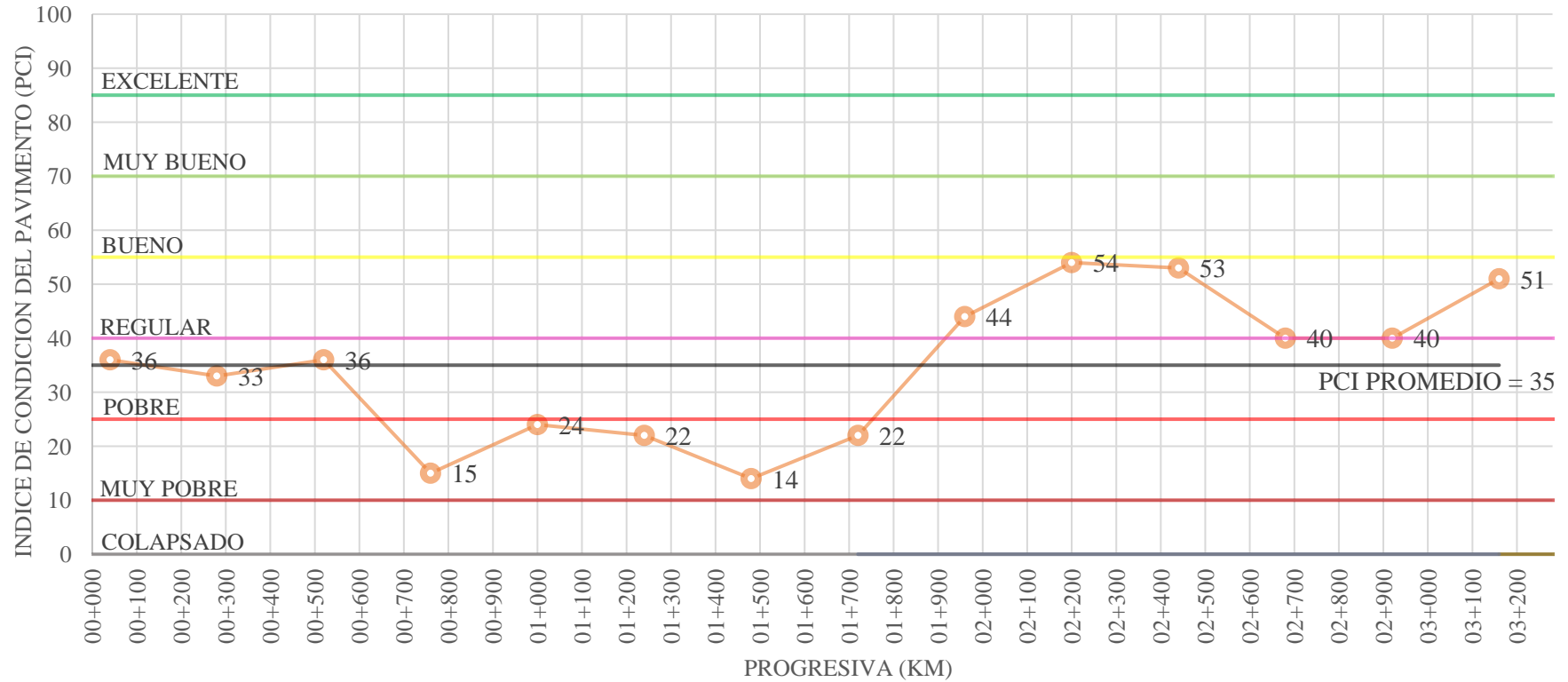


Gráfico 5: Índice de condición del pavimento flexible (PCI)  
 Fuente: EvalPav



#### 4.11 SECTORIZACION POR ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)

Al haber obtenido el índice de condición del pavimento flexible (PCI) de cada una de las unidades de estudio es posible sectorizar tramos tomando en consideración la clasificación que suponen de acuerdo a la norma ASTM D6433.

Tabla 51: Sectorización del tramo en estudio  
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC	PCI	PCI Promedio	Clasificación	Tramo
			Inicial	Final						
01	272.00	1	0+000	0+040	4.900	64.000	<b>36.00</b>	<b>35</b>	<b>Pobre</b>	<b>A</b>
02	272.00	2	0+240	0+280	6.200	67.000	<b>33.00</b>			
03	272.00	3	0+480	0+520	6.200	64.000	<b>36.00</b>			
04	272.00	4	0+720	0+760	6.200	85.000	<b>15.00</b>	<b>19</b>	<b>Muy pobre</b>	<b>B</b>
05	272.00	5	0+960	1+000	5.400	76.000	<b>24.00</b>			
06	272.00	6	1+200	1+240	4.500	78.000	<b>22.00</b>			
07	272.00	7	1+440	1+480	5.000	86.000	<b>14.00</b>			
08	272.00	8	1+680	1+720	6.200	78.000	<b>22.00</b>			
09	272.00	9	1+920	1+960	6.900	56.000	<b>44.00</b>	<b>47</b>	<b>Regular</b>	<b>C</b>
10	272.00	10	2+160	2+200	7.400	46.000	<b>54.00</b>			
11	272.00	11	2+400	2+440	7.200	47.000	<b>53.00</b>			
12	272.00	12	2+640	2+680	5.200	60.000	<b>40.00</b>			
13	272.00	13	2+880	2+920	6.200	60.000	<b>40.00</b>			
14	272.00	14	3+120	3+160	6.200	49.000	<b>51.00</b>			

##### 4.11.1 GRÁFICO DE LA SECTORIZACIÓN POR ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)

Habiendo logrado sectorizar el Jr. Alonso Mercadillo, se procede a elaborar el grafico que describe de manera más clara y detallada la información obtenida en este proceso.

SOLUCIÓN VIAL CONGRUENTE AL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE  
 APLICANDO LA NORMA ASTM D6433 EN EL JR. ALONSO MERCADILLO

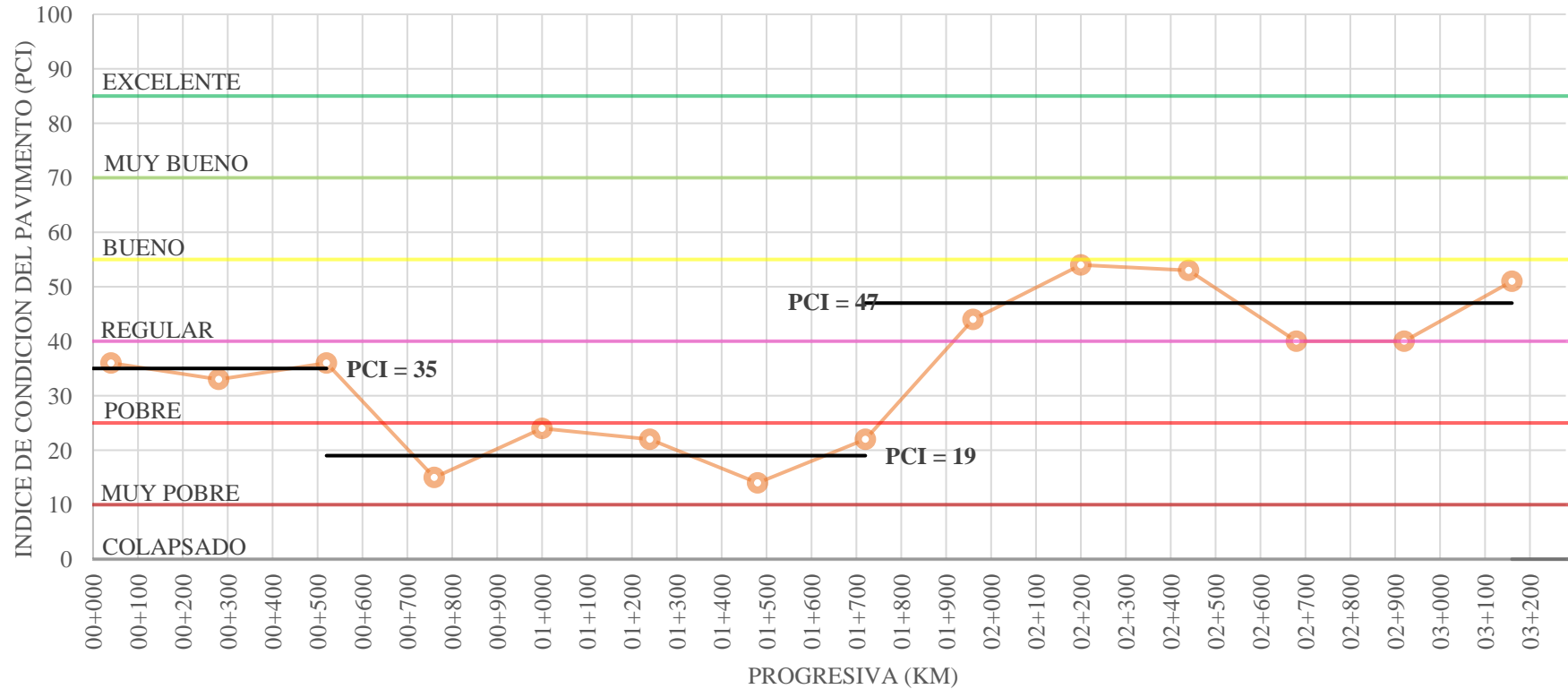


Gráfico 6: Sectorización por índice de condición del pavimento flexible (PCI)  
 Fuente: EvalPav

#### 4.12 SOLUCIÓN VIAL

Habiendo obtenido en el Jr. Alonso Mercadillo 03 sectores semejantes de acuerdo a su PCI en el desarrollo de la investigación. La solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 será presentada por tramos y se valdrá para este fin de la Tabla 1: Actividades de conservación rutinaria, Tabla 2: Actividades de conservación periódica cuya fuentes es (MTC, 2018) y la Tabla 3: Niveles de intervención en pavimentos flexibles que fue propuesto por el doctor (ZABALA ASCAÑO, 2020) quien es el creador del software EvalPav.

*Tabla 52: Solución vial  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Tramo	Progresiva		PCI promedio	Nivel de intervención	Actividades de conservación
		Inicial	Final			
01	A	0+000	0+520	35	Actividades de conservación periódica	Fresado de carpeta asfáltica
						Recapeo asfáltico
						Nivelación de bermas con mezcla asfáltica
02	B	0+520	1+720	19	Reconstrucción	-
03	C	1+720	3+280	47	Actividades de conservación periódica	Fresado de carpeta asfáltica
						Recapeo asfáltico
						Nivelación de bermas con mezcla asfáltica

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1.1 SOLUCIÓN VIAL

La hipótesis general de mi tesis parte del supuesto que el cálculo del índice de condición del pavimento flexible empleando la norma ASTM D6433 permite implementar la solución vial congruente en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021; lo cual es una certeza debido a que la solución vial propuesta se cimenta en el índice de condición del pavimento flexible tal como se demostró en el capítulo 4.12 Solución vial por otra parte los hasta entonces bachilleres (TACZA HERRERA, y otros, 2018) demostraron en su investigación que las alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado parten del cálculo de índice de condición del pavimento flexible (PCI). A continuación, expondré la relación que existe entre el PCI y la solución vial por medio de tablas.

*Tabla 53: Solución vial  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Tramo	Progresiva		PCI promedio	Nivel de intervención	Actividades de conservación
		Inicial	Final			
01	A	0+000	0+520	35	Actividades de conservación periódica	Fresado de carpeta asfáltica
						Recapeo Asfáltico
						Nivelación de bermas con mezcla asfáltica
02	B	0+520	1+720	19	Reconstrucción	-
03	C	1+720	3+280	47	Actividades de conservación periódica	Fresado de carpeta asfáltica
						Recapeo Asfáltico
						Nivelación de bermas con mezcla asfáltica

Tabla 54: Solución vial  
Fuente: (TACZA HERRERA, y otros, 2018)

Ítem	Unidad de muestra	Progresiva		PCI	PCI promedio	Nivel de intervención	Actividades de conservación
		Inicial	Final				
01	UM-01	00+000	00+046	26	57	Actividades de conservación periódica	Fresado de carpeta asfáltica
02	UM-02	00+046	00+092	57			
03	UM-03	00+092	00+138	15			
04	UM-04	00+138	00+184	82			
05	UM-05	00+184	00+230	100			
06	UM-06	00+230	00+276	74			
07	UM-07	00+276	00+322	100			
08	UM-08	00+322	00+368	77			
09	UM-09	00+368	00+414	100			
10	UM-10	00+414	00+460	68			
11	UM-11	00+460	00+506	27			
12	UM-12	00+506	00+552	15			
13	UM-13	00+552	00+598	60			
14	UM-14	00+598	00+644	70			
15	UM-15	00+644	00+690	40			
16	UM-16	00+690	00+736	50			
17	UM-17	00+736	00+782	14			
18	UM-18	00+782	00+828	56			

Las tablas presentadas exponen en ambos casos que es vital conocer el índice de condición del pavimento para proponer una solución vial congruente a la misma.

### 5.1.2 VALORES DEDUCIDOS

En la etapa de formulación de las hipótesis específicas se planteó para la primera de ellas que el cálculo de los valores deducidos empleando la norma ASTM D6433 permite cuantificar el número máximo de valores deducidos en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.

En el desarrollo de la investigación se verificó esta hipótesis debido a que se logró calcular el número máximo de valores deducidos partiendo de los valores deducidos de cada una de las unidades de muestra, además esta

hipótesis compatibiliza con los datos obtenidos en la investigación que desarrollaron los hasta entonces bachilleres (LEGUÍA LOARTE, y otros, 2016).

Con el fin de probar que mi hipótesis específica es correcta comparare los datos obtenidos en la investigación de los hasta entonces bachilleres (LEGUÍA LOARTE, y otros, 2016) con los datos obtenidos en el desarrollo de mi tesis.

Para determinar el número máximo de valores deducidos es necesario realizar la evaluación de fallas las cuales presento a continuación:

*Tabla 55: Fallas U.M. 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+040	10	M	m	0.00	0.00	6.80	0.00
02	0+000	0+040	7	M	m	0.00	0.00	1.00	40.00
03	0+000	0+040	7	M	m	6.80	0.00	1.00	40.00
04	0+000	0+040	11	L	m2	0.44	1.99	1.72	4.45
05	0+000	0+040	1	L	m2	0.85	0.00	5.10	40.00
06	0+000	0+040	11	L	m2	0.62	18.08	0.71	1.90
07	0+000	0+040	11	L	m2	0.00	29.00	0.76	1.10
08	0+000	0+040	11	L	m2	0.45	35.05	1.03	1.60

*Tabla 56: Fallas U.M. 01*  
*Fuente: (LEGUÍA LOARTE, y otros, 2016)*

Ítem	Progresiva inicial	Progresiva final	Daño	Severidad	Unidad	Total
01	0+000	0+050	1	L	m	35.75
02	0+000	0+050	1	M	m	26.43
03	0+000	0+050	3	M	m	94.40
04	0+000	0+050	4	L	m2	1.30
05	0+000	0+050	6	M	m2	0.14
06	0+000	0+050	10	H	m2	46.00
07	0+000	0+050	11	M	m2	11.93
08	0+000	0+050	13	M	m2	2.00
09	0+000	0+050	19	M	m2	52.00

La tabla 53: Fallas U.M. 01 refiere los datos obtenidos en la evaluación de fallas de la unidad de muestra 01 en el desarrollo de mi investigación, por otra parte, la tabla: 54 Fallas U.M. 01 refiere los datos obtenidos en el relevamiento de fallas de la unidad de muestra 01 en la investigación de los hasta entonces bachilleres (LEGUÍA LOARTE, y otros, 2016).

La etapa posterior a la evaluación de fallas es el cálculo de valores deducidos de donde se desprenden las siguientes tablas:

*Tabla 57: Valores deducidos U.M. 01  
FUENTE: elaboración propia*

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	0+000	0+040	1	L	204.00					204.00	75.00	<b>58.00</b>
02	0+000	0+040	10	M	6.80					6.80	2.50	<b>7.00</b>
03	0+000	0+040	11	L	0.80	1.30	1.60	7.70		11.50	4.20	<b>8.00</b>
04	0+000	0+040	7	M	40.00	40.00				80.00	29.40	<b>24.00</b>

*Tabla 58: Valores deducidos U.M. 01  
FUENTE: (LEGUÍA LOARTE, y otros, 2016)*

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	0+000	0+050	1	L	35.80					35.80	11.40	<b>34.00</b>
02	0+000	0+050	1	M	26.40					26.40	8.40	<b>48.00</b>
03	0+000	0+050	10	H	46.00					46.00	14.60	<b>42.00</b>
04	0+000	0+050	11	M	11.90					11.90	3.80	<b>20.00</b>
05	0+000	0+050	13	M	2.00					2.00	0.60	<b>23.00</b>
06	0+000	0+050	19	M	52.00					52.00	16.50	<b>24.00</b>
07	0+000	0+050	3	M	94.40					94.40	30.00	<b>22.00</b>
08	0+000	0+050	4	L	1.30					1.30	0.40	<b>1.00</b>
09	0+000	0+050	6	M	0.10					0.10	0.00	<b>8.00</b>

Posterior al cálculo de los valores deducidos se inicia con el cálculo del número máximo valores deducidos (m):

Tabla 59: Número máximo de valores deducidos U.M. 01  
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m
			Inicial	Final	
01	272.00	01	0+000	0+040	<b>4.90</b>

Tabla 60: Número máximo de valores deducidos U.M. 01  
Fuente: (LEGUÍA LOARTE, y otros, 2016)

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m
			Inicial	Final	
01	315.00	01	0+000	0+050	<b>5.80</b>

Finalmente, la comparación entre la tesis elaborada por los hasta entonces bachilleres (LEGUÍA LOARTE, y otros, 2016) y mi investigación demuestra que es necesario conocer los valores deducidos para para cuantificar el número máximo de valores deducidos (m) debido a la naturaleza de la norma ASTM D6433.

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

En la etapa de formulación de las hipótesis específicas se planteó para la segunda de ellas que el cálculo del número máximo de valores deducidos empleando la norma ASTM D6433 permite cuantificar el máximo valor deducido corregido (VDC) en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021; lo cual se ratifica en el capítulo 4.9 Cálculo del máximo valor deducido corregido (VDC) puesto que el cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m) es un cálculo obligado para la cuantificación del máximo valor deducido corregido (VDC), además de ello el hasta entonces bachiller (BRAVO REYES, 2020) en el desarrollo de su investigación obtuvo datos que corroboran la veracidad de la hipótesis antes mencionada.



Para la presentación de estos datos se partirá del supuesto que se conoce el número máximo de valores deducidos (m).

Tabla 61: Número máximo de valores deducidos U.M. 02  
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m
			Inicial	Final	
02	272.00	02	0+240	0+280	<b>6.200</b>

Tabla 62: Número máximo de valores deducidos tramo 02  
Fuente: (BRAVO REYES, 2020)

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m
			Inicial	Final	
02	310.00	02	0+050	0+1000	<b>7.01</b>

La tabla 59: Número máximo de valores deducidos U.M. 02 pertenece a los datos obtenidos en el desarrollo de la presente tesis, no obstante, también se contrapone la tabla 60: Número máximo de valores deducidos tramo 02 que fue obtenida de la tesis desarrollada por el hasta entonces bachiller (BRAVO REYES, 2020).

Habiendo obtenido el número máximo de valores deducidos el siguiente paso es cuantificar el máximo valor deducido corregido (VDC).

Tabla 63: Máximo valor deducido corregido (VDC) U.M. 02  
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC
			Inicial	Final		
02	272.00	02	0+240	0+280	6.20	<b>67.00</b>

Tabla 64: Máximo valor deducido corregido (VDC) tramo 02  
Fuente: (BRAVO REYES, 2020)

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC
			Inicial	Final		
02	272.00	02	0+050	0+100	7.01	<b>61.80</b>

De las tablas presentadas anteriormente se concluye que tanto el hasta entonces bachiller (BRAVO REYES, 2020) y mi persona necesitamos calcular el número máximo de valores deducido para cuantificar al máximo valor deducido corregido (VDC).

#### 5.1.4 EL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

En la etapa de formulación de las hipótesis específicas se planteó para la tercera de ellas que el cálculo del máximo valor deducido corregido (VDC) empleando la norma ASTM D6433 permitirá cuantificar el índice de condición del pavimento flexible en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021 lo cual se verificó en el capítulo 4.9 Cálculo de máximo valor deducido corregido (VDC) en consecuencia a que el cálculo del número máximo admisible de valores deducidos es paso obligado para la dar la solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo, apoyando a la veracidad de esta hipótesis recurriré a citar los datos que se muestran en la investigación del hasta entonces bachiller (BRAVO REYES, 2020) para compararla con datos de la presente tesis.

Para la presentación de estos datos se partirá del supuesto que se conoce el máximo valor deducido corregido (VDC).

*Tabla 65: Máximo valor deducido corregido (VDC) U.M. 03  
Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC
			Inicial	Final		
03	272.00	03	0+480	0+520	6.20	<b>64.00</b>

Tabla 66: Máximo valor deducido corregido (VDC) tramo 03  
Fuente: (BRAVO REYES, 2020)

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC
			Inicial	Final		
03	272.00	Tramo III	0+100	0+150	6.40	<b>67.01</b>

La tabla 65: Máximo valor deducido corregido (VDC) tramo 03 muestra los datos de la presente tesis, no obstante, la Tabla 66: Máximo valor deducido corregido (VDC) tramo 03 son datos de la tesis del hasta entonces bachiller (BRAVO REYES, 2020).

Habiendo obtenido el Máximo valor deducido corregido (VDC) el siguiente paso es el cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) los cuales detallo a continuación:

Tabla 67: Índice de condición del pavimento flexible (PCI) U.M. 03  
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC	PCI	Clasificación
			Inicial	Final				
03	272.00	3	0+480	0+520	6.200	64.000	<b>36.00</b>	<b>Pobre</b>

Tabla 68: Índice de condición del pavimento flexible (PCI) tramo 03  
Fuente: (BRAVO REYES, 2020)

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC	PCI	Clasificación
			Inicial	Final				
03	315	3	0+480	0+520	6.200	64.000	<b>36.00</b>	<b>Pobre</b>

Como es evidente es necesario conocer el Máximo valor deducido corregido (VDC) para determinar el PCI de la unidad de muestra en estudio, de modo que la hipótesis presentada se verifica y justifica.

## CONCLUSIONES

- La solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021, de acuerdo con la Tabla 51: Solución vial es:

*Solución vial*  
*Fuente: Elaboración propia*

Ítem	Tramo	Progresiva		PCI promedio	Nivel de intervención	Actividades de conservación
		inicial	final			
01	A	0+000	0+520	35	Actividades de conservación periódica	Fresado de carpeta asfáltica
						Recapeo asfáltico
						Nivelación de bermas con mezcla asfáltica
02	B	0+520	1+720	19	Reconstrucción	-
03	C	1+720	3+280	47	Actividades de conservación periódica	Fresado de carpeta asfáltica
						Recapeo asfáltico
						Nivelación de bermas con mezcla asfáltica

- Los valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021 son:

*Unidad de muestra 01*  
*Fuente: EvalPav*

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	0+000	0+040	1	L	204.00					204.00	75.00	<b>58.00</b>
02	0+000	0+040	10	M	6.80					6.80	2.50	<b>7.00</b>
03	0+000	0+040	11	L	0.80	1.30	1.60	7.70		11.50	4.20	<b>8.00</b>
04	0+000	0+040	7	M	40.00	40.00				80.00	29.40	<b>24.00</b>

*Unidad de muestra 02*  
*Fuente: EvalPav*

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	0+240	0+280	10	L	3.00					3.00	1.10	<b>0.00</b>
02	0+240	0+280	10	M	2.10	3.30				5.40	2.00	<b>5.00</b>
03	0+240	0+280	11	L	0.80	0.80				1.60	0.60	<b>1.00</b>
04	0+240	0+280	11	M	1.10	1.40				2.50	0.90	<b>9.00</b>
05	0+240	0+280	13	M	1.00	1.00				2.00	0.70	<b>26.00</b>
06	0+240	0+280	19	M	272.00					272.00	100.00	<b>43.00</b>
07	0+240	0+280	3	L	3.00	6.00	15.30	20.50	23.00	67.90	25.00	<b>16.00</b>

08	0+240	0+280	3	M	25.10						25.10	9.20	<b>16.00</b>
09	0+240	0+280	7	M	40.00	40.00					80.00	29.40	<b>24.00</b>

Unidad de muestra 03

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	0+720	0+760	1	L	12.00	44.10					56.10	20.60	42.00
02	0+720	0+760	1	M	9.80						9.80	3.60	35.00
03	0+720	0+760	10	L	3.30	40.00					43.30	15.90	9.00
04	0+720	0+760	11	L	2.50						2.50	0.90	2.00
05	0+720	0+760	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
06	0+720	0+760	3	L	8.20						8.20	3.00	3.00
07	0+720	0+760	4	L	12.60						12.60	4.60	9.00
08	0+720	0+760	4	M	14.10						14.10	5.20	28.00
09	0+720	0+760	9	L	40.00	40.00					80.00	29.40	11.00

Unidad de muestra 04

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	0+960	1+000	1	M	8.70	22.00					30.70	11.30	52.00
02	0+960	1+000	10	L	40.00						40.00	14.70	9.00
03	0+960	1+000	10	M	9.40						9.40	3.40	9.00
04	0+960	1+000	11	M	0.60	1.90					2.50	0.90	10.00
05	0+960	1+000	13	L	2.00						2.00	0.70	16.00
06	0+960	1+000	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
07	0+960	1+000	3	M	50.10						50.10	18.40	17.00
08	0+960	1+000	4	M	0.90						0.90	0.00	6.00
09	0+960	1+000	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

Unidad de muestra 05

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	1+200	1+240	1	M	133.60						133.60	49.10	62.00
02	1+200	1+240	10	L	0.70	40.00					40.70	15.00	9.00
03	1+200	1+240	10	M	4.70						4.70	1.70	5.00
04	1+200	1+240	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
05	1+200	1+240	3	M	15.00	16.40	31.90				63.30	23.30	19.00
06	1+200	1+240	9	L	40.00	40.00					80.00	29.40	11.00

Unidad de muestra 06

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	1+440	1+480	1	M	47.10						47.10	17.30	56.00
02	1+440	1+480	10	L	40.00						40.00	14.70	9.00

03	1+440	1+480	15	M	18.70					18.70	6.90	39.00
04	1+440	1+480	19	M	272.00					272.00	100.00	43.00
05	1+440	1+480	3	L	17.60	18.40				36.00	13.20	11.00
06	1+440	1+480	3	M	43.60					43.60	16.00	16.00
07	1+440	1+480	4	L	1.00					1.00	0.40	1.00
08	1+440	1+480	9	L	40.00	40.00				80.00	29.40	11.00

Unidad de muestra 07

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	1+440	1+480	1	M	47.10					47.10	17.30	56.00
02	1+440	1+480	10	L	40.00					40.00	14.70	9.00
03	1+440	1+480	15	M	18.70					18.70	6.90	39.00
04	1+440	1+480	19	M	272.00					272.00	100.00	43.00
05	1+440	1+480	3	L	17.60	18.40				36.00	13.20	11.00
06	1+440	1+480	3	M	43.60					43.60	16.00	16.00
07	1+440	1+480	4	L	1.00					1.00	0.40	1.00
08	1+440	1+480	9	L	40.00	40.00				80.00	29.40	11.00

Unidad de muestra 08

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	1+680	1+720	1	L	28.00					28.00	10.30	33.00
02	1+680	1+720	10	H	40.00					40.00	14.70	42.00
03	1+680	1+720	19	M	272.00					272.00	100.00	43.00
04	1+680	1+720	3	L	17.70					17.70	6.50	6.00
05	1+680	1+720	3	M	12.30	20.90				33.20	12.20	16.00
06	1+680	1+720	4	L	1.60					1.60	0.60	1.00
07	1+680	1+720	9	L	40.00	40.00				80.00	29.40	11.00

Unidad de muestra 09

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	1+920	1+960	12	L	136.00					136.00	50.00	0.00
02	1+920	1+960	19	M	136.00					136.00	50.00	34.00
03	1+920	1+960	3	M	38.10	42.10	76.90			157.10	57.80	36.00
04	1+920	1+960	9	M	40.00	40.00				80.00	29.40	17.00

Unidad de muestra 10

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad					Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final										
01	2+160	2+200	1	M	2.50					2.50	0.90	20.00
02	2+160	2+200	10	L	3.10	30.60				33.60	12.40	8.00
03	2+160	2+200	10	M	7.60					7.60	2.80	7.00

04	2+160	2+200	11	L	0.10						0.10	0.00	0.00
05	2+160	2+200	12	L	272.00						272.00	100.00	0.00
06	2+160	2+200	3	L	102.00						102.00	37.50	18.00
07	2+160	2+200	9	H	40.00	40.00					80.00	29.40	30.00

Unidad de muestra 11

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	2+400	2+440	10	M	40.00						40.00	14.70	23.00
02	2+400	2+440	12	L	272.00						272.00	100.00	0.00
03	2+400	2+440	3	M	136.00						136.00	50.00	33.00
04	2+400	2+440	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

Unidad de muestra 12

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	2+640	2+680	10	L	1.20	10.00	40.00				51.20	18.80	10.00
02	2+640	2+680	11	L	18.20						18.20	6.70	13.00
03	2+640	2+680	11	M	91.20						91.20	33.50	54.00
04	2+640	2+680	12	M	268.00	0.00					268.00	98.50	0.00
05	2+640	2+680	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

Unidad de muestra 13

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	2+880	2+920	1	M	5.40						5.40	2.00	27.00
02	2+880	2+920	10	L	3.70						3.70	1.40	0.00
03	2+880	2+920	10	M	2.10	3.30	5.60				11.00	4.00	10.00
04	2+880	2+920	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
05	2+880	2+920	3	L	13.10						13.10	4.80	5.00
06	2+880	2+920	4	L	13.20						13.20	4.80	9.00
07	2+880	2+920	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

Unidad de muestra 14

Fuente: EvalPav

Ítem	Progresiva		Daño	Severidad	Cantidad						Total	Densidad	Valor deducido
	Inicial	Final											
01	3+120	3+160	10	M	0.60	3.40	3.50				7.50	2.80	7.00
02	3+120	3+160	13	L	1.00						1.00	0.40	9.00
03	3+120	3+160	19	M	272.00						272.00	100.00	43.00
04	3+120	3+160	7	L	0.70						0.70	0.30	0.00
05	3+120	3+160	9	M	40.00	40.00					80.00	29.40	17.00

- El número máximo de valores deducidos (m) aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021; según la Tabla 48:  
Número máximo de valores deducidos (m) es:

*Número máximo de valores deducidos (m)*  
*Fuente: EvalPav*

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m
			Inicial	Final	
01	272.00	01	0+000	0+040	<b>4.90</b>
02	272.00	02	0+240	0+280	<b>6.20</b>
03	272.00	03	0+480	0+520	<b>6.20</b>
04	272.00	04	0+720	0+760	<b>6.20</b>
05	272.00	05	0+960	1+000	<b>5.40</b>
06	272.00	06	1+200	1+240	<b>4.50</b>
07	272.00	07	1+440	1+480	<b>5.00</b>
08	272.00	08	1+680	1+720	<b>6.20</b>
09	272.00	09	1+920	1+960	<b>6.90</b>
10	272.00	10	2+160	2+200	<b>7.40</b>
11	272.00	11	2+400	2+440	<b>7.20</b>
12	272.00	12	2+640	2+680	<b>5.20</b>
13	272.00	13	2+880	2+920	<b>6.20</b>
14	272.00	14	3+120	3+160	<b>6.20</b>

- El máximo valor deducido corregido (VDC) aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021; conforme a la Tabla 49: Máximo valor deducido corregido (VDC) es:

*Máximo valor deducido corregido (VDC)*  
*Fuente: EvalPav*

Ítem	Área (m <sup>2</sup> )	Unidad de muestra	Progresiva		m	VDC
			Inicial	Final		
01	272.00	01	0+000	0+040	4.90	<b>64.00</b>
02	272.00	02	0+240	0+280	6.20	<b>67.00</b>
03	272.00	03	0+480	0+520	6.20	<b>64.00</b>
04	272.00	04	0+720	0+760	6.20	<b>85.00</b>
05	272.00	05	0+960	1+000	5.40	<b>76.00</b>
06	272.00	06	1+200	1+240	4.50	<b>78.00</b>
07	272.00	07	1+440	1+480	5.00	<b>86.00</b>
08	272.00	08	1+680	1+720	6.20	<b>78.00</b>



09	272.00	09	1+920	1+960	6.90	<b>56.00</b>
10	272.00	10	2+160	2+200	7.40	<b>46.00</b>
11	272.00	11	2+400	2+440	7.20	<b>47.00</b>
12	272.00	12	2+640	2+680	5.20	<b>60.00</b>
13	272.00	13	2+880	2+920	6.20	<b>60.00</b>
14	272.00	14	3+120	3+160	6.20	<b>49.00</b>

## RECOMENDACIONES

- Para dar la solución vial congruente al índice de condición del pavimento aplicando la norma ASTM D6433 en pavimentos flexibles haciendo uso del software EvalPav, recomiendo leer el manual de usuario del software.
- Para el cálculo de los valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en pavimentos flexibles sin el uso de softwares, recomiendo seguir la serie de pasos ordenados y utilizar las fórmulas y procedimientos expuestos en la norma.
- Para el cálculo del número máximo de valores deducidos (m) aplicando la norma ASTM D6433 en pavimentos flexibles sin el uso de softwares, recomiendo seguir la serie de pasos ordenados y utilizar las fórmulas y procedimientos expuestos en la norma.
- Para el cálculo del máximo valor deducido corregido (VDC) aplicando la norma ASTM D6433 en pavimentos flexibles sin el uso de softwares, recomiendo seguir la serie de pasos ordenados y utilizar las fórmulas y procedimientos expuestos en la norma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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/>.
- 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.
- 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. 2021.** Ubicación de tesis. [En línea] 26 de Octubre de 2021. [Citado el: 26 de Octubre de 2021.] <https://www.google.com/maps/@-12.0676342,-75.3094028,15z/data=!3m1!4b1!4m2!6m1!1s1BTfU59uLRfymT4X8VRtEqCIIblpK9wCe>.
- 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.

**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.

**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).

**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/>.

**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.

**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.

**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.

**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 del proyecto											
Solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo											
Problema		Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología					
Problema general		Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente (x)	Valores deducidos	Método de la investigación	Científico				
¿Cuál es la solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021?		Determinar la solución vial congruente al índice de condición del pavimento flexible aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.	El cálculo del Índice de condición del pavimento flexible empleando la norma ASTM D6433 permite implementar la solución vial congruente en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.	Índice de condición del pavimento flexible Norma ASTM D6433	Número máximo de valores deducidos	Tipo de investigación	Aplicada				
					El máximo valor deducido corregido	Nivel de investigación	Explicativo				
					Actividades de conservación rutinaria	Diseño de la investigación	Pre experimental				
Problemas específicos		Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente (y)	Dimensiones	Metodología					
¿Cuáles son los valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021?		Calcular los valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.	El cálculo de los valores deducidos empleando la norma ASTM D6433 permite cuantificar el número máximo de valores deducidos en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.	Solución vial	Actividades de conservación rutinaria	Población y muestra					
								¿Cuál es el número máximo de valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021?	Calcular el número máximo de valores deducidos aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.	El cálculo del número máximo de valores deducidos empleando la norma ASTM D6433 permite cuantificar el máximo valor deducido corregido en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.	Población
						¿Cuál es el máximo valor deducido corregido aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021?	Calcular el máximo valor deducido corregido aplicando la norma ASTM D6433 en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.	El cálculo del máximo valor deducido corregido empleando la norma ASTM D6433 permite cuantificar el Índice de condición del pavimento flexible en el Jr. Alonso Mercadillo - Chupaca – 2021.	Actividades de conservación periódica	Muestra	14 unidades de muestra
										Técnicas e instrumentos	
						Técnicas	Observación				
						Instrumentos	Cuestionario				

Fuente: Elaboración propia



## MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

	Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X)	Índice de condición del pavimento flexible (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, 2020 p.87)	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)
			Máximo valor deducido corregido	Huecos (unidad)
				Cruce de vía férrea (m2)
				Ahuellamiento (m2)
				Desplazamiento (m2)
				Grieta parabólica (m2)
				Hinchamiento (m2)
Variable dependiente (Y)	Solución vial	Real academia de la lengua española (2020) define a la palabra solución en su segunda acepción como la acción y efecto de resolver una duda, dificultad o problema. En este caso referido a los problemas de una vía, específicamente los de un pavimento flexible.	Actividades de conservación rutinaria	Sellado de fisuras y grietas en calzada (m)
				Sellado de fisuras y grietas en bermas (m)
				Parchado superficial en calzada (m2)
				Parchado profundo en calzada (m2)
				Bacheo de bermas con material granular (m2)
				Nivelación de bermas con material granular (m2)
				Parchado superficial de bermas con tratamiento asfáltico (m2)
				Parchado profundo de bermas con tratamiento asfáltico (m2)
			Actividades de conservación periódica	Sellos asfálticos (m2)
				Recapeos asfálticos (m2)
				Fresado de carpeta asfáltica (m2)
				Microfresado de carpeta asfáltica (m2)
				Reconformación de base granular en bermas (m2)
				Imprimación reforzada en bermas con material granular (m2)
				Nivelación de bermas con mezcla asfáltica (m2)

Fuente: Elaboración propia



**MATRIZ DE FALLAS PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS  
FLEXIBLES NORMA ASTM D6433**

Ítem	Falla	Unidad	Características	Severidad		
				L	M	H
				Low (baja)	Medium (medio)	High (alta)
01	Piel de cocodrilo	m2	Severidad de grietas	S < 10 mm	10 < s < 30 mm	S > 30 mm
			Interconexión	Baja	Definida	Bien definida
			Descascaramientos	Np (no presenta)	Ligero	Bien definido
			Desprendimientos	Np (no presenta)	Np (no presenta)	Bien definido
02	Exudación	m2	Grado de exudación	Ligero	Medio	Intenso
			El asfalto se pega a los zapatos y a los neumáticos de los vehículos	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año
03	Agrietamiento en bloque	m2	Severidad de las grietas que definen el bloque	S < 10 mm	10 < s < 76 mm	S > 76 mm
04	Abultamientos y hundimientos	m2	Calidad de viaje	Baja	Media	Alta
05	Corrugación	m2	Calidad de viaje	Baja	Media	Alta
06	Depresión	m2	Profundidad máxima de depresión	13 < s < 25 mm	25 < s < 50 mm	H > 50 mm
07	Grieta de borde	m	Fragmentaciones o desprendimientos	Np (no presenta)	Poco definido	Bien definido
			Severidad	S < 10 mm	10 < s < 75 mm	S > 75 mm
			Agrietamiento	Bajo	Medio	Severo
08	Grieta de reflexión de junta	m	Grieta sin relleno	S < 10 mm	10 < s < 75 mm	S < 75 mm
			Grieta con relleno	Relleno en estado satisfactorio	Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento secundario	Grieta de cualquier ancho con grietas adyacentes muy expuestas o rotas
09	Desnivel carril berma	m	Elevación entre el borde del pavimento y la berma	25 < h < 50 mm	50 < h < 100 mm	H > 100 mm
10	Grietas longitudinales y transversales	m	Severidad de las grietas	S < 10 mm	10 < s < 75 mm	H > 75 mm
11	Parcheo	m2	Condición del parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
			Calidad de viaje	Baja	Media	Alta

12	Pulimiento de agregados	m2	El grado de pulido debe ser claramente evidente	Nd (no definido)	Nd (no definido)	Nd (no definido)
13	Huecos	unidad	Profundidad máxima de hueco	100 hasta 200 mm	Diámetro promedio (mm)	
			13 hasta 25 mm	L	L	M
			25 hasta 50 mm	L	M	H
			> 50 mm	M	M	H
14	Cruce de vía férrea	m2	Calidad de viaje	Baja	Media	Alta
15	Ahuellamiento	m2	Profundidad media	$6 < h < 13$ mm	$13 < h < 25$ mm	$H > 25$ mm
16	Desplazamientos	m2	Calidad de viaje	Baja	Media	Alta
17	Grieta parabólica	m2	Severidad de la grieta	$S < 10$ mm	$10 < s < 40$ mm	$S < 40$ mm
			Área alrededor de la grieta	Normal	Fracturada levemente	Fracturada severamente
18	Hinchamiento	m2	Calidad de viaje	Baja	Media	Alta
19	desprendimiento de agregados	m2	Desprendimientos	Bajo	Regular	Considerable
			Texturas superficiales	Impenetrable por una moneda	Penetrable por una moneda	Agregados sueltos

Fuente: Elaboración propia

## **PANEL FOTOGRÁFICO**



UNIDAD DE MUESTRA 01

Se aprecia en la imagen la intersección del Jr. Alonso Mercadillo con el Jr. Petrona Apolaya el cual es el punto de inicio A de la vía en estudio el cual coincide con la unidad de muestra 01 que se extiende desde la progresiva 00+000 hasta la progresiva 00+040.



UNIDAD DE MUESTRA 02

La imagen retrata la unidad de muestra 02 que se abarca desde la progresiva 00+240 hasta la progresiva 00+280, en la imagen se puede apreciar múltiples fallas que fueron relevadas en el desarrollo de la investigación.



UNIDAD DE MUESTRA 03

La fotografía detalla la unidad de muestra 03 que se prolonga desde la progresiva 00+480 hasta la progresiva 00+520, en la imagen se puede ver las múltiples fallas que fueron evaluadas en el desarrollo de la investigación.



UNIDAD DE MUESTRA 04

La imagen retrata la unidad de muestra 04 que se abarca desde la progresiva 00+720 hasta la progresiva 00+760, en la imagen se puede apreciar múltiples fallas las cuales fueron relevadas en el desarrollo de la investigación.



UNIDAD DE MUESTRA 05

La instantánea muestra a la unidad de estudio 05 que se prolonga desde la progresiva 00+960 hasta la progresiva 01+000, en la imagen se puede ver las múltiples fallas que fueron evaluadas en el desarrollo de la investigación.



UNIDAD DE MUESTRA 06

La imagen retrata la unidad de muestra 06 que se abarca desde la progresiva 01+200 hasta la progresiva 00+240, en la imagen se puede apreciar múltiples fallas que fueron relevadas en el desarrollo de la investigación.



UNIDAD DE MUESTRA 07

La fotografía detalla a la unidad de muestra 07 que se prolonga desde la progresiva 01+440 hasta la progresiva 01+480, en la imagen se puede ver las múltiples fallas que fueron evaluadas en el desarrollo de la investigación.



UNIDAD DE MUESTRA 08

La imagen retrata la unidad de muestra 08 que se abarca desde la progresiva 01+680 hasta la progresiva 01+720, en la imagen se puede apreciar múltiples fallas las cuales fueron relevadas en el desarrollo de la investigación



UNIDAD DE MUESTRA 09

La instantánea muestra a la unidad de estudio 09 que se prolonga desde la progresiva 01+920 hasta la progresiva 01+960, en la imagen se puede ver las múltiples fallas que fueron evaluadas en el desarrollo de la investigación.







UNIDAD DE MUESTRA 13

La instantánea muestra a la unidad de estudio 13 que se prolonga desde la progresiva 02+880 hasta la progresiva 02+920, en la imagen se puede ver las múltiples fallas que fueron evaluadas en el desarrollo de la investigación.

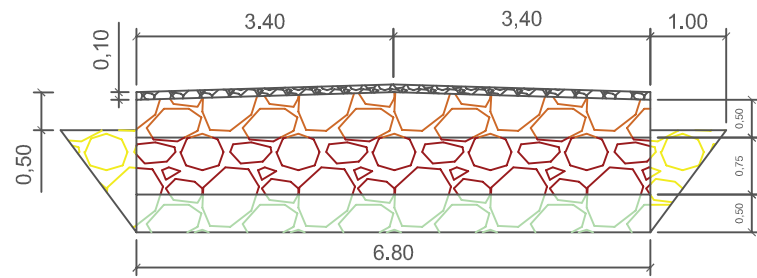
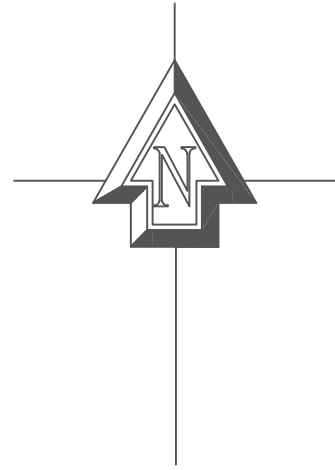


UNIDAD DE MUESTRA 14

Se aprecia en la imagen la intersección del Jr. Alonso Mercadillo con el Jr. Tupac Amaru el cual es el punto final B del tramo en estudio, además de ello se presenta en la imagen la unidad de muestra 14 que se extiende desde la progresiva 03+120 hasta la progresiva 03+160.

## **PLANOS DE LA INVESTIGACIÓN**

# PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN



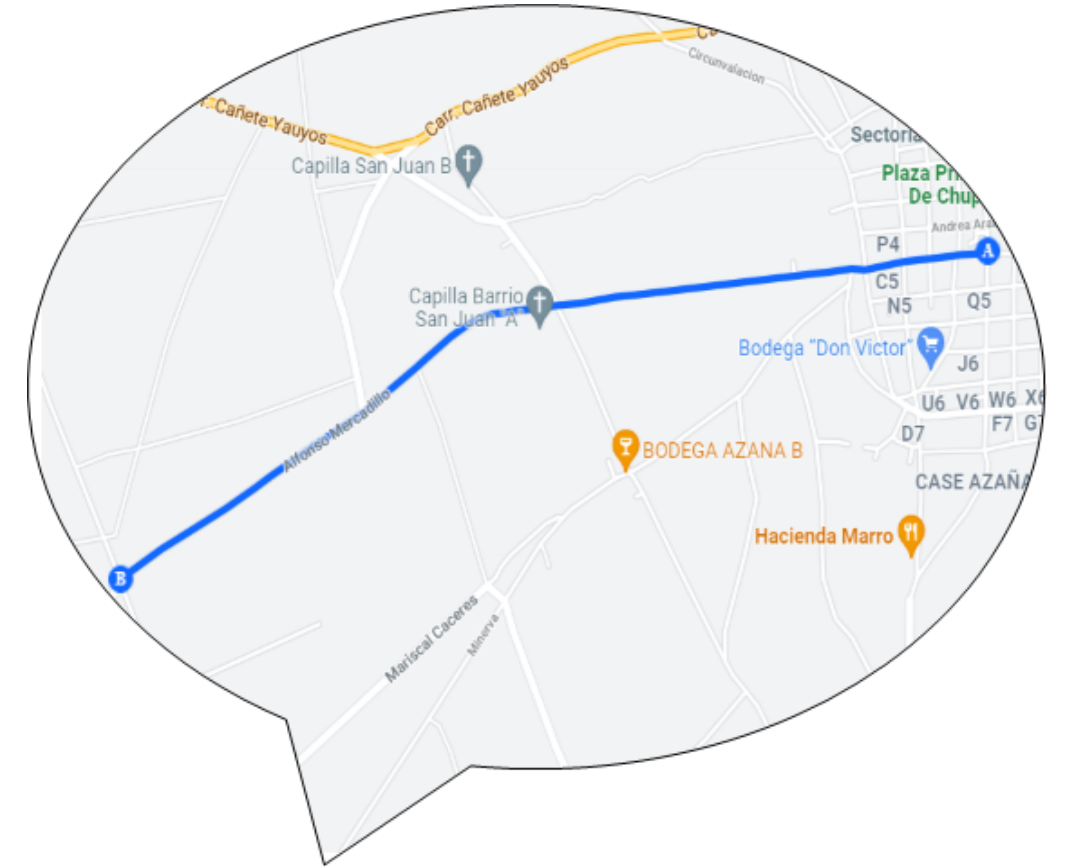
SECCIÓN TÍPICA DE VÍA  
ESCALA: 1/100

JR. TUPAC AMARU  
**B**

## PLANO DE LOCALIZACIÓN JR. ALONSO MERCADILLO

ESCALA: 1/8000

CUADRO DE DATOS						
PUNTO	UBICACIÓN	PROGRESIVA	COORDENADAS			ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
			X	Y	Z	
A	INICIO	0+000	468545.12	8666448.72	3263.21	22304.00
B	FINAL	3+280	465537.11	8665440.39	3315.95	



## PLANO DE UBICACIÓN JR. ALONSO MERCADILLO

ESCALA: 1/20000



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

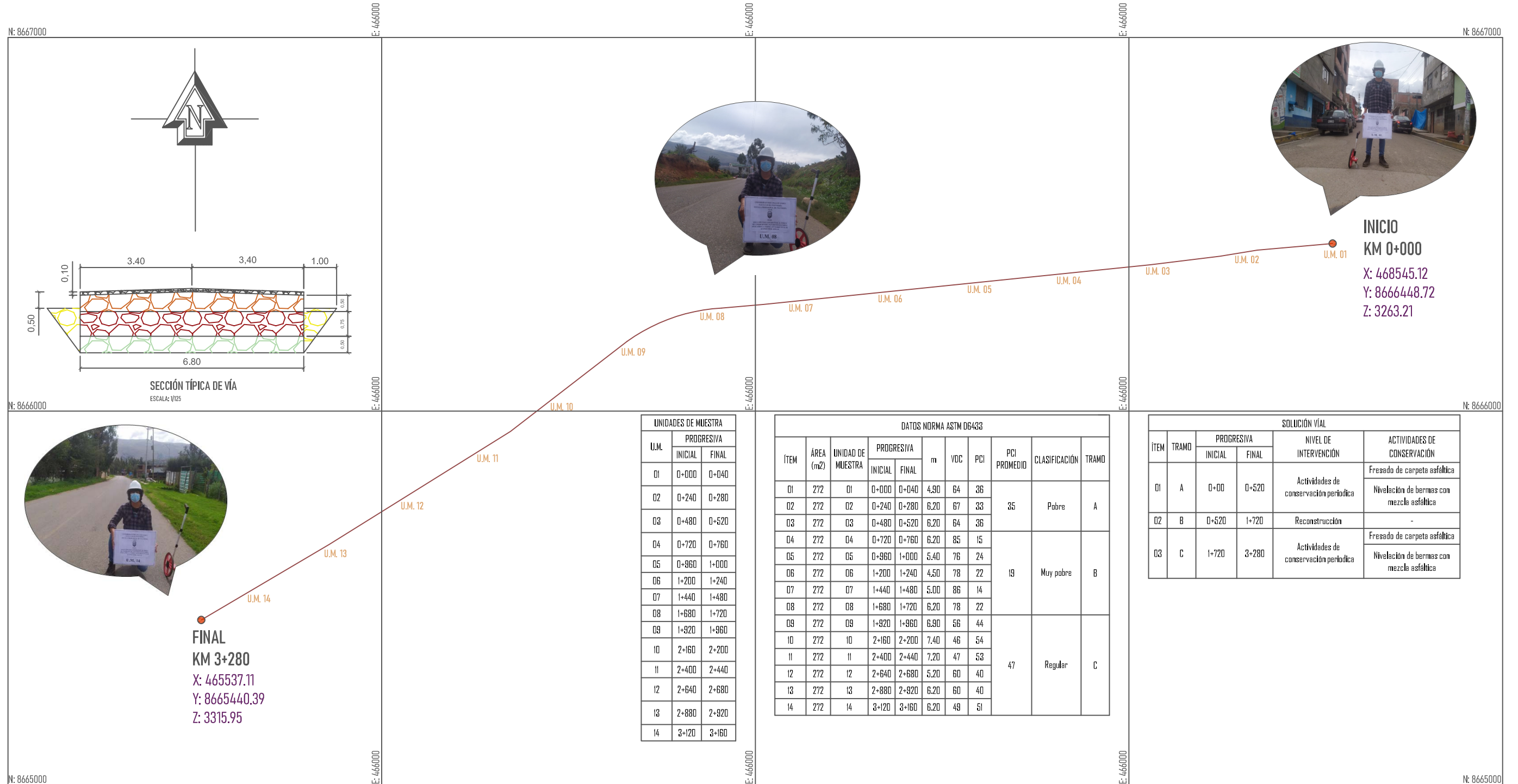
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS	SOLUCIÓN VIAL CONGRUENTE AL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA NORMA ASTM D6433 EN EL JR. ALONSO MERCADILLO					
TRAMO	JR. ALONSO MERCADILLO KM (0+000 - 3+280)					
BACHILLER	CUELLAR CENTENO, JHONNY LUIS					
UBICACIÓN	REGIÓN	JUNÍN	DIBUJO	CCJL	PLANO	UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
	PROVINCIA	CHUPACA	FECHA	20/01/2022	LAMINA	
	DISTRITO	CHUPACA - AHUAC	ESCALA	INDICADA	PUL - 01	



PLANO CLAVE JR. ALONSO MERCADILLO

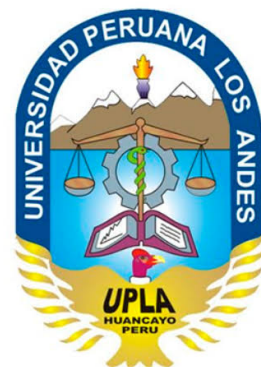
ESCALA: 1/11000



U.M.	PROGRESIVA	
	INICIAL	FINAL
01	0+000	0+040
02	0+240	0+280
03	0+480	0+520
04	0+720	0+760
05	0+960	1+000
06	1+200	1+240
07	1+440	1+480
08	1+680	1+720
09	1+920	1+960
10	2+160	2+200
11	2+400	2+440
12	2+640	2+680
13	2+880	2+920
14	3+120	3+160

ÍTEM	ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA		m	VOC	PCI	PCI PROMEDIO	CLASIFICACIÓN	TRAMO
			INICIAL	FINAL						
01	272	01	0+000	0+040	4.90	64	36	35	Pobre	A
02	272	02	0+240	0+280	6.20	67	33			
03	272	03	0+480	0+520	6.20	64	36			
04	272	04	0+720	0+760	6.20	85	15	19	Muy pobre	B
05	272	05	0+960	1+000	5.40	76	24			
06	272	06	1+200	1+240	4.50	78	22			
07	272	07	1+440	1+480	5.00	86	14			
08	272	08	1+680	1+720	6.20	78	22	47	Regular	C
09	272	09	1+920	1+960	6.90	56	44			
10	272	10	2+160	2+200	7.40	46	54			
11	272	11	2+400	2+440	7.20	47	53			
12	272	12	2+640	2+680	5.20	60	40	-	-	-
13	272	13	2+880	2+920	6.20	60	40			
14	272	14	3+120	3+160	6.20	49	51			

ÍTEM	TRAMO	PROGRESIVA		NIVEL DE INTERVENCIÓN	ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN
		INICIAL	FINAL		
01	A	0+00	0+520	Actividades de conservación periódica	Fresado de carpeta asfáltica
					Nivelación de bermas con mezcla asfáltica
02	B	0+520	1+720	Reconstrucción	-
03	C	1+720	3+280	Actividades de conservación periódica	Fresado de carpeta asfáltica
					Nivelación de bermas con mezcla asfáltica



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

TESIS	SOLUCIÓN VIAL CONGRUENTE AL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA NORMA ASTM D6433 EN EL JR. ALONSO MERCADILLO					
TRAMO	JR. ALONSO MERCADILLO KM (0+000 - 3+280)					
BACHILLER	CUELLAR CENTENO, JHONNY LUIS					
UBICACIÓN	REGIÓN	JUNÍN	DIBUJO	CCJL	PLANO	PLANO CLAVE
	PROVINCIA	CHUPACA	FECHA	20/01/2022		
	DISTRITO	CHUPACA - AHUAC	ESCALA	1/11000	LAMINA	PC - 01

