

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**“ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL  
MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA,  
PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023”.**

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

**PRESENTADO POR:  
Bach. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO**

**ASESOR:  
MCs. Ing. SERGIO HUAMÁN SANGAY**

**JAÉN – PERÚ  
2023**



Universidad  
Nacional de  
Cajamarca  
*"Núcleo de la Universidad Peruana"*



## **CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD**

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **Freddy Lincol Sánchez Delgado** de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor **MCs. Sergio Manuel Huamán Sangay** con el software antiplagio Turnitin que identifica **14% (catorce por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:290221940**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 29 de noviembre del 2023

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León  
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:  
FERNANDEZ LEON Yvonne  
Katherine FAU 20148258601 soft  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 29/11/2023 21:35:55-0500

Cc.  
Archivo  
c13023fs.

**COPYRIGHT © 2023**  
**Freddy Lincol Sánchez Delgado**  
**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS ®**

## **AGRADECIMINETO**

A Dios por brindarme sabiduría, perseverancia y dedicación para completar este proyecto, que será un paso en mi carrera profesional, de igual manera a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca por los conocimientos brindados y a mi asesor MCs. Ing. Sergio Huamán Sangay por brindarme la orientación necesaria en el desarrollo de este proyecto.



## **DEDICATORIA**

A mis padres Heine y Eliza, mi hija, mi esposa y mis hermanos, por todo el apoyo y confianza depositada en mí persona, por ser mis guías, mi luz, por inculcarme los valores, por darme esa fortaleza para seguir adelante y luchar por mi superación.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMINETO .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xviii</b>
<b>1.- CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>20</b>
1.1.1 Selección del problema.....	20
1.1.2 Formulación interrogativa del problema.....	20
1.1.3 Justificación de la investigación .....	20
1.1.4 Alcances o delimitación de la investigación .....	21
1.1.5 Limitaciones .....	21
<b>1.2    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>21</b>
1.2.1 Objetivo General .....	21
1.6.2 Objetivos Específicos .....	22
<b>2.-CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1. Antecedentes teóricos .....</b>	<b>23</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	24
2.1.3. Antecedentes locales.....	24
<b>2.2 Bases Teóricas.....</b>	<b>25</b>
2.2.1. PAVIMENTOS .....	25
2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS.....	26
2.2.3. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS .....	30
2.2.4. TIPOS DE EVALUACIONES .....	31

2.2.5. FACTORES QUE OCASIONAN EL DETERIORO DEL PAVIMENTO .....	31
2.2.6. CLASES DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS .....	33
2.2.7. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS .....	35
2.2.8. ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) .....	60
<b>2.3. Definición de términos básicos .....</b>	<b>68</b>
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>70</b>
<b>3.1 Ubicación de la zona de estudio .....</b>	<b>70</b>
3.1.1 Ubicación política.....	70
3.1.2 Ubicación Geográfica. ....	73
<b>3.2. Características de la vía de estudio. ....</b>	<b>73</b>
<b>3.3. Topografía.....</b>	<b>74</b>
<b>3.4. Hipótesis .....</b>	<b>75</b>
3.4.1 Hipótesis general .....	75
3.4.2 Hipótesis específica .....	75
<b>3.5. Variables .....</b>	<b>75</b>
3.5.1 Variable independiente .....	75
3.5.2 Variable dependiente .....	75
<b>3.6. Metodología .....</b>	<b>78</b>
3.6.1 Tipo de estudio .....	78
3.6.2 Diseño .....	78
<b>3.7 Población y muestra .....</b>	<b>78</b>
3.7.1 Población.....	78
3.7.2 Muestra.....	78
3.7.3 Unidad de análisis .....	78
<b>3.8 Método de investigación.....</b>	<b>78</b>
<b>3.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>79</b>

<b>3.10 Métodos de análisis de datos.....</b>	<b>80</b>
3.10.1. Procedimiento Método del índice de condición del pavimento (PCI) para pavimento rígido.....	80
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>93</b>
<b>4.1. Análisis e interpretación de datos.....</b>	<b>93</b>
4.1.1. Resultados de cada unidad de muestreo.....	93
4.1.2. Resumen de fallas encontradas en la vía de estudio.....	123
4.1.3. Resumen del valor del PCI obtenido en cada una de las unidades de muestreo. ....	126
<b>4.2. Contratación de hipótesis .....</b>	<b>128</b>
<b>4.3. Discusión .....</b>	<b>129</b>
<b>4.4. Mediadas planteadas como alternativas de solución a las fallas encontradas en cada una de las unidades de muestreo. ....</b>	<b>129</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>136</b>
5.1. Conclusiones .....	136
5.2. Recomendaciones.....	137
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>138</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO.....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO 2: FORMATO CÁLCULO DEL PCI DE CADA UNIDAD DE MUESTREO – SECCIÓN 01 .....</b>	<b>157</b>
<b>ANEXO 3: FORMATO CÁLCULO DEL PCI DE CADA UNIDAD DE MUESTREO – SECCIÓN 02 .....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXO 4: ÁBACOS Y VALORES DEL VALOR DEDUCIDO PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO, UTILIZADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO .....</b>	<b>179</b>
<b>ANEXO 5: PLANOS.....</b>	<b>190</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de Severidad para Losa Dividida.....	38
Tabla 2: Niveles de Severidad para Escala. ....	41
Tabla 3: Niveles de Severidad para Punzonamiento.....	53
Tabla 4: Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina. ....	57
Tabla 5: Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta. ....	59
Tabla 6: Rangos del PCI.....	61
Tabla 7: Tipos de Fallas en Pavimentos Rígidos. ....	62
Tabla 8: Severidad de Fallas en Pavimentos Rígidos según PCI. ....	62
Tabla 9. Coordenadas UTM de la vía de estudio.....	73
Tabla 10. Coordenadas geográficas de la vía de estudio. ....	73
Tabla 11: Matriz de operacionalización de las variables. ....	76
Tabla 12: Unidades de muestreo sección 1.....	82
Tabla 13: Unidades de muestreo sección 2.....	83
Tabla 14: Descripción de tipo de fallas en la UM-05 de la sección 1. ....	84
Tabla 15: Densidad para cada tipo de falla en la UM-05 de la sección 1.....	85
Tabla 16: Valores deducidos para cada tipo y severidad de falla en la UM-05 de la sección 1. ....	85
Tabla 17: Valores deducidos para falla 22. Grieta de esquina. ....	86
Tabla 18: Valores deducidos seleccionados de falla 22. Grieta de esquina, para la interpolación lineal. ....	87
Tabla 19: Valores deducidos ordenados de mayor a menor en la UM-05 de la sección 1. ....	88
Tabla 20: Máximo valor deducido corregido (CDV) - UM-05 - sección 1.....	89
Tabla 21: Valores deducidos corregido (CDV). ....	91
Tabla 22: Valores deducidos corregidos seleccionados para la interpolación lineal.....	92
Tabla 23: Secciones estudiadas. ....	93
Tabla 24: descripción de fallas en la UM – 01 sección 1 y máximo valor deducido. ....	93

Tabla 25: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 01 sección 1.....	94
Tabla 26: Índice de condición del pavimento para la UM – 01 sección 1.....	94
Tabla 27: descripción de fallas en la UM – 02 sección 1 y máximo valor deducido. ....	95
Tabla 28: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 02 sección 1.....	96
Tabla 29: Índice de condición del pavimento para la UM – 02 sección 1.....	96
Tabla 30: descripción de fallas en la UM – 03 sección 1 y máximo valor deducido. ....	97
Tabla 31: Máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 03 sección 1. ....	97
Tabla 32: Índice de condición del pavimento para la UM – 03 sección 1.....	97
Tabla 33: descripción de fallas en la UM – 04 sección 1 y máximo valor deducido. ....	98
Tabla 34: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 04 sección 1.....	98
Tabla 35: Índice de condición del pavimento para la UM – 04 sección 1.....	99
Tabla 36: descripción de fallas en la UM – 05 sección 1 y máximo valor deducido. ....	99
Tabla 37: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 05 sección 1.....	100
Tabla 38: Índice de condición del pavimento para la UM – 05 sección 1.....	100
Tabla 39: descripción de fallas en la UM – 06 sección 1 y máximo valor deducido. ....	101
Tabla 40: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 06 sección 1.....	101
Tabla 41: Índice de condición del pavimento para la UM – 06 sección 1.....	102
Tabla 42: descripción de fallas en la UM – 07 sección 1 y máximo valor deducido. ....	102
Tabla 43: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 07 sección 1.....	103
Tabla 44: Índice de condición del pavimento para la UM – 07 sección 1.....	103
Tabla 45: descripción de fallas en la UM – 08 sección 1 y máximo valor deducido. ....	104
Tabla 46: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 08 sección 1.....	104
Tabla 47: Índice de condición del pavimento para la UM – 08 sección 1.....	105
Tabla 48: descripción de fallas en la UM – 09 sección 1 y máximo valor deducido. ....	105
Tabla 49: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 09 sección 1.....	106
Tabla 50: Índice de condición del pavimento para la UM – 09 sección 1.....	106

Tabla 51: descripción de fallas en la UM – 10 sección 1 y máximo valor deducido. ....	107
Tabla 52: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 10 sección 1.....	107
Tabla 53: Índice de condición del pavimento para la UM – 10 sección 1.....	108
Tabla 54: descripción de fallas en la UM – 11 sección 1 y máximo valor deducido. ....	108
Tabla 55: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 11 sección 1.....	109
Tabla 56: Índice de condición del pavimento para la UM – 11 sección 1.....	109
Tabla 57: descripción de fallas en la UM – 01 sección 2 y máximo valor deducido. ....	110
Tabla 58: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 01 sección 2.....	110
Tabla 59: Índice de condición del pavimento para la UM – 01 sección 2.....	111
Tabla 60: descripción de fallas en la UM – 02 sección 2 y máximo valor deducido. ....	111
Tabla 61: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 02 sección 2.....	112
Tabla 62: Índice de condición del pavimento para la UM – 02 sección 2.....	112
Tabla 63: descripción de fallas en la UM – 03 sección 2 y máximo valor deducido. ....	112
Tabla 64: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 03 sección 2.....	113
Tabla 65: Índice de condición del pavimento para la UM – 03 sección 2.....	113
Tabla 66: descripción de fallas en la UM – 04 sección 2 y máximo valor deducido. ....	114
Tabla 67: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 04 sección 2.....	114
Tabla 68: Índice de condición del pavimento para la UM – 04 sección 2.....	115
Tabla 69: descripción de fallas en la UM – 05 sección 2 y máximo valor deducido. ....	115
Tabla 70: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 05 sección 2.....	116
Tabla 71: Índice de condición del pavimento para la UM – 05 sección 2.....	116
Tabla 72: descripción de fallas en la UM – 06 sección 2 y máximo valor deducido. ....	117
Tabla 73: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 06 sección 2.....	117
Tabla 74: Índice de condición del pavimento para la UM – 06 sección 2.....	118
Tabla 75: descripción de fallas en la UM – 07 sección 2 y máximo valor deducido. ....	118
Tabla 76: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 07 sección 2.....	119

Tabla 77: Índice de condición del pavimento para la UM – 07 sección 2.....	119
Tabla 78: descripción de fallas en la UM – 08 sección 2 y máximo valor deducido. ....	120
Tabla 79: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 08 sección 2.....	120
Tabla 80: Índice de condición del pavimento para la UM – 08 sección 2.....	121
Tabla 81: descripción de fallas en la UM – 09 sección 2 y máximo valor deducido. ....	121
Tabla 82: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 09 sección 2.....	122
Tabla 83: Índice de condición del pavimento para la UM – 09 sección 2.....	122
Tabla 84: Valores del PCI en las unidades de muestreo de la sección 1. ....	127
Tabla 85: Valores del PCI en las unidades de muestreo de la sección 2. ....	127
Tabla 86: Valores deducidos para falla 22. Grieta de esquina. ....	180
Tabla 87: Valores deducidos para falla 28. Grieta lineal. ....	181
Tabla 88: Valores deducidos para falla 29. Parche (grande).....	182
Tabla 89: Valores deducidos para falla 30. Parcheo (pequeño). ....	183
Tabla 90: Valores deducidos para falla 31. Pulimiento de agregados. ....	184
Tabla 91: Valores deducidos para falla 32. Popouts. ....	185
Tabla 92: Valores deducidos para falla 37. Retracción.....	186
Tabla 93: Valores deducidos para falla 39. Descascaramiento de junta. ....	187
Tabla 94: Valores deducidos corregido (CDV). ....	189



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pavimento rígido liso pegado.....	27
Figura 2: Pavimento Rígido Armado.....	28
Figura 3: Pavimento Rígido Continúo Armado .....	29
Figura 4: Pavimento Rígido Pretensado .....	30
Figura 5: C21-a. Blowup / Buckling de baja severidad. ....	36
Figura 6: C21-b. Blowup / Buckling de baja severidad. ....	36
Figura 7: C21-c. Blowup / Buckling de baja severidad. ....	36
Figura 8: C22-a. Grieta de esquina de baja severidad.....	38
Figura 9: C22-b. Grieta de esquina de severidad media. ....	38
Figura 10: C22-c. Grieta de esquina de alta severidad.....	38
Figura 11: C23-a. Losa dividida de baja severidad.....	39
Figura 12: C23-b. Losa dividida de severidad media. ....	39
Figura 13: C23-c. Losa dividida de alta severidad.....	39
Figura 14: C24-a. Grieta de durabilidad de baja severidad.....	41
Figura 15: C24-b. Grieta de durabilidad de severidad media. ....	41
Figura 16: C24-c. Grieta de durabilidad de alta severidad.....	41
Figura 17: C25-a. Escala de baja severidad.....	42
Figura 18: C25-b. Escala de severidad media.....	42
Figura 19: C25-c. Escala de alta severidad.....	42
Figura 20: C26-a. Daño del sello de junta de baja severidad. ....	43
Figura 21: C26-b. Daño del sello de junta de severidad media.....	43
Figura 22: C26-c. Daño del sello de junta de alta severidad.....	43
Figura 23: C27-a. Desnivel carril / berma de baja severidad. ....	44
Figura 24: C27-b. Desnivel carril / berma de severidad media.....	44
Figura 25: C27-c. Desnivel carril / berma de alta severidad.....	44

Figura 26: C28-a. Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple .....	46
Figura 27: C28-b. Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado .....	46
Figura 28: C28-c. Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple. ....	46
Figura 29: C29-a. Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad. ....	48
Figura 30: C29-b. Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media. ....	48
Figura 31: C29-c. Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad. ....	48
Figura 32: C30-a. Parche pequeño de baja severidad. ....	49
Figura 33: C30-b. Parche pequeño de severidad media. ....	49
Figura 34: C30-c. Parche pequeño de alta severidad. ....	49
Figura 35: C31. Pulimento de agregados. ....	50
Figura 36: C32. Popout .....	51
Figura 37: C33-a. Bombeo .....	52
Figura 38: C33-b. Bombeo .....	52
Figura 39: C34-a. Punzonamiento de baja severidad. ....	53
Figura 40: C34-b. Punzonamiento de severidad media. ....	53
Figura 41: C34-c. Punzonamiento de alta severidad. ....	53
Figura 42: C35-a. Cruce de vía férrea de baja severidad. ....	54
Figura 43: C35-b. Cruce de vía férrea de severidad media. ....	54
Figura 44: C35-c. Cruce de vía férrea de alta severidad. ....	54
Figura 45: C36-a. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de baja severidad. ....	56
Figura 46: C36-b. Desconchamiento / Mapa de grietas/Craquelado de severidad media. ....	56
Figura 47: C36-c. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de alta severidad. ....	56
Figura 48: C37. Grietas de contracción. ....	57
Figura 49: C38-a. Descascaramiento de esquina de baja severidad. ....	58
Figura 50: C38-b. Descascaramiento de esquina de severidad media. ....	58
Figura 51: C38-c. Descascaramiento de esquina de alta severidad. ....	58

Figura 52: C39-a. Descascaramiento de junta de baja severidad. ....	60
Figura 53: C39-b. Descascaramiento de junta de severidad media. ....	60
Figura 54: C39-c. Descascaramiento de junta de alta severidad. ....	60
Figura 55: FORMATO PCI-02, Formato de inspección de la condición para pavimentos rígidos. ...	63
Figura 56: Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido (Formato PCI-02- 01). .....	67
Figura 57: Región Amazonas identificada en el mapa del Perú.....	70
Figura 58: Provincia de Utcubamba identificada en el mapa de la región Amazonas. ....	70
Figura 59: Distrito de Cumba identificado en el mapa de la provincia de Utcubamba. ....	71
Figura 60: Localización de la vía de estudio. ....	72
Figura 61: Sección típica del pavimento rígido en la sección 01. ....	74
Figura 62: Sección típica del pavimento rígido en la sección 02. ....	75
Figura 63: Formato de campo utilizado para la recolección de datos. ....	79
Figura 64: Curva de “Valor Deducido de Daño”, falla 22. Grieta de esquina.....	86
Figura 65: Curva de corrección para pavimento de concreto.....	90
Figura 66: Cantidad de fallas por unidad de muestreo – sección 1. ....	123
Figura 67: Cantidad de fallas por unidad de muestreo – sección 2. ....	124
Figura 68: Figura 066: Cantidad de fallas en la sección 1. ....	125
Figura 69: Cantidad de fallas en la sección 2. ....	125
Figura 70: Cantidad total de fallas en general. ....	126
Figura 71: En la toma fotográfica se aprecia la sección 01, específicamente la UM – 01- cuadra 1. .....	141
Figura 72: En la toma fotográfica se aprecia la sección 02, específicamente la UM – 09 en la cuadra 12. ....	141
Figura 73: Se observa la identificación de las fallas y la cuantificación de las mismas, específicamente en la UM-09 de la sección 1, ubicada en la cuadra 8 de la vía en estudio. ....	142

Figura 74: Se observa la identificación de las fallas y la cuantificación de las mismas, específicamente en la UM-01 de la sección 2, ubicada en la cuadra 10 de la vía en estudio. ....	142
Figura 75: Grieta de esquina, observada en la UM-01 de la Sección 01.....	143
Figura 76: Grieta de esquina, observada en la UM-07 de la Sección 01.....	143
Figura 77: Grieta de esquina, observada en la UM-07 de la Sección 02.....	144
Figura 78: Grieta de esquina, observada en la UM-09 de la Sección 02.....	144
Figura 79: Grieta lineal, observada en la UM-01 de la Sección 01.....	145
Figura 80: Grieta lineal, observada en la UM-04 de la Sección 01.....	145
Figura 81: Grieta lineal, observada en la UM-06 de la Sección 01.....	146
Figura 82: Grieta lineal, observada en la UM-11 de la Sección 01.....	146
Figura 83: Grieta lineal, observada en la UM-01 de la Sección 02.....	147
Figura 84: Grieta lineal, observada en la UM-03 de la Sección 02.....	147
Figura 85: Grieta lineal, observada en la UM-07 de la Sección 02.....	148
Figura 86: Grieta lineal, observada en la UM-08 de la Sección 02.....	148
Figura 87: Parche grande, observada en la UM-05 de la Sección 01.....	149
Figura 88: Parche pequeño, observada en la UM-04 de la Sección 01. ....	149
Figura 89: Pulimiento de agregados, observada en la UM-02 de la Sección 01. ....	150
Figura 90: Pulimiento de agregados, observada en la UM-03 de la Sección 01. ....	150
Figura 91: Pulimiento de agregados, observada en la UM-02 de la Sección 02. ....	151
Figura 92: Pulimiento de agregados, observada en la UM-03 de la Sección 02. ....	151
Figura 93: Popouts, observada en la UM-02 de la Sección 01.....	152
Figura 94: Popouts, observada en la UM-07 de la Sección 01.....	152
Figura 95: Popouts, observada en la UM-09 de la Sección 01.....	153
Figura 96: Popouts, observada en la UM-05 de la Sección 02.....	153
Figura 97: Popouts, observada en la UM-06 de la Sección 02.....	154
Figura 98: Popouts, observada en la UM-07 de la Sección 02.....	154

Figura 99: Grietas de retracción, observadas en la UM-02 de la Sección 01.....	155
Figura 100: Grietas de retracción, observadas en la UM-02 de la Sección 01.....	155
Figura 101: Descascaramiento de junta, observadas en la UM-11 de la Sección 01.....	156
Figura 102: Descascaramiento de junta, observadas en la UM-11 de la Sección 01.....	156
Figura 103: Formato de cálculo del PCI de la UM-01 de la Sección 01.....	158
Figura 104: Formato de cálculo del PCI de la UM-02 de la Sección 01.....	159
Figura 105: Formato de cálculo del PCI de la UM-03 de la Sección 01.....	160
Figura 106: Formato de cálculo del PCI de la UM-04 de la Sección 01.....	161
Figura 107: Formato de cálculo del PCI de la UM-05 de la Sección 01.....	162
Figura 108: Formato de cálculo del PCI de la UM-06 de la Sección 01.....	163
Figura 109: Formato de cálculo del PCI de la UM-07 de la Sección 01.....	164
Figura 110: Formato de cálculo del PCI de la UM-08 de la Sección 01.....	165
Figura 111: Formato de cálculo del PCI de la UM-09 de la Sección 01.....	166
Figura 112: Formato de cálculo del PCI de la UM -10 de la Sección 01.....	167
Figura 113: Formato de cálculo del PCI de la UM-11 de la Sección 01.....	168
Figura 114: Formato de cálculo del PCI de la UM-01 de la Sección 02.....	170
Figura 115: Formato de cálculo del PCI de la UM-02 de la Sección 02.....	171
Figura 116: Formato de cálculo del PCI de la UM-03 de la Sección 02.....	172
Figura 117: Formato de cálculo del PCI de la UM-04 de la Sección 02.....	173
Figura 118: Formato de cálculo del PCI de la UM-05 de la Sección 02.....	174
Figura 119: Formato de cálculo del PCI de la UM-06 de la Sección 01.....	175
Figura 120: Formato de cálculo del PCI de la UM-07 de la Sección 02.....	176
Figura 121: Formato de cálculo del PCI de la UM-08 de la Sección 02.....	177
Figura 122: Formato de cálculo del PCI de la UM-09 de la Sección 02.....	178
Figura 123: Ábaco para valor deducido para falla 22. Grieta de esquina.....	180
Figura 124: Ábaco para valor deducido para falla 28. Grieta lineal. ....	181

Figura 125: Ábaco para valor deducido para falla 29. Parche (grande). .....	182
Figura 126: Ábaco para valor deducido para falla 30. Parcheo (pequeño). .....	183
Figura 127: Ábaco para valor deducido para falla 31. Pulimiento de agregados. ....	184
Figura 128: Ábaco para valor deducido para falla 32. Popouts. ....	185
Figura 129: Ábaco para valor deducido para falla 37. Retracción. ....	186
Figura 130: Ábaco para valor deducido para falla 39. Descascaramiento de junta. ....	187
Figura 131: Curva de valor deducido corregido (CDV). ....	188

## RESUMEN

En la presente investigación, se realizó la evaluación superficial de la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas, para determinar ¿Cuál es el estado de condición del pavimento rígido de esta avenida?, a raíz de haberse encontrado una serie de fallas en la inspección visual en la capa de rodadura, que no se encuentra en forma óptima para la transitabilidad, para esto se tuvo como objetivo principal, determinar el estado de condición del pavimento rígido mediante el método del PCI, y como objetivo específico determinar la categoría de daño que prevalece, asimismo identificar las fallas con mayor incidencia que causan el deterioro del pavimento. La vía en estudio es un tramo de 12 cuadras con pavimento rígido que abarca la cuadra 1 hasta la cuadra 9 con dos paños de concreto de ancho y de la cuadra 10 a la cuadra 12 con 3 paños de concreto de ancho; por lo que para la evaluación de la vía se ha considerado dos secciones: Sección 1 desde la cuadra 1 (0+000) hasta la cuadra 9 (0+484.05) con una longitud de 484.05 metros (longitud de paños variable) y ancho promedio de 6.80 metros, Sección 2 desde la cuadra 10 (0+484.05) hasta la cuadra 12 (0+685.31) con una longitud de 201.26 metros (longitud de paños variable) y ancho promedio de 10.20 metros. Luego de la evaluación se obtuvieron que: La sección 1 presenta un PCI de 59.00 con una clasificación de pavimento BUENO y, la sección 2 presenta un PCI de 64.87 con una clasificación de pavimento BUENO, teniendo un PCI promedio general de 61.94%, lo que indica que la vía en estudio está aún en buenas condiciones, pero habiéndose encontrado algunos tramos con condición regular, se deben adoptar mantenimientos preventivos para evitar que la vía se deteriore. Los tipos de fallas con mayor incidencia encontrados en ambas secciones de la vía de estudio, son: 28. Grieta lineal, con una incidencia de 42.07%, lo que produce comúnmente por variaciones de temperatura, un curado deficiente del concreto y/o asentamiento de la sub rasante, esto producto de una mala compactación y/o presencia de humedad; 31. Pulimiento de agregados, con una incidencia de 38.41%, esto debido a un deficiente proceso constructivo o al uso de agregados de mala calidad; 22. Grieta de esquina, con una incidencia de 10.37%, esto debido al asentamiento de la sub rasante producto de una mala compactación o presencia de humedad.

**Palabras claves:** Pavimento, Índice de Condición del Pavimento (PCI), nivel de severidad, fallas superficiales de un pavimento.

## ABSTRACT

In the present investigation, a superficial evaluation of Av. San Pedro in the district of Cumba, province of Utcubamba, Amazon region, was carried out to determine what is the state of the condition of the rigid pavement of this avenue?, as a result of having been found a series of failures in the visual inspection in the rolling layer, which is not in optimal shape for trafficability, for this the main objective was to determine the state of condition of the rigid pavement using the PCI method, and as an objective specific determine the category of damage that prevails, also identify the failures with the highest incidence that cause the deterioration of the pavement. The road under study is a 12-block stretch with rigid pavement that covers block 1 to block 9 with two concrete sections wide and from block 10 to block 12 with 3 concrete sections wide; Therefore, for the evaluation of the road, two sections have been considered: Section 1 from block 1 (0+000) to block 9 (0+484.05) with a length of 484.05 meters (variable length of panels) and average width. of 6.80 meters, Section 2 from block 10 (0+484.05) to block 12 (0+685.31) with a length of 201.26 meters (variable length of panels) and average width of 10.20 meters. After the evaluation, it was obtained that: Section 1 presents a PCI of 59.00 with a GOOD pavement classification and section 2 presents a PCI of 64.87 with a GOOD pavement classification, having a general average PCI of 61.94%, which indicates that the road under study is still in good condition, but having found some sections in fair condition, preventive maintenance must be adopted to prevent the road from deteriorating. The types of failures with the highest incidence found in both sections of the study road are: 28. Linear crack, with an incidence of 42.07%, which commonly produces, due to temperature variations, poor curing of the concrete and/or settlement of the subgrade, this product of poor compaction and/or presence of humidity; 31. Polishing of aggregates, with an incidence of 38.41%, this due to a poor construction process or the use of poor quality aggregates; 22. Corner crack, with an incidence of 10.37%, this due to the settlement of the substratum as a result of poor compaction or presence of humidity.

**Key words:** Pavement, Pavement Condition Index (PCI), severity level, surface failures of a pavement.



## **1.- CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, la pavimentación de calles en el Perú, representa un avance en cuanto al desarrollo de cada ciudad o localidad, destacando principalmente en el embellecimiento de la misma y elevar el nivel de transitabilidad, lo que permite ofrecer a los usuarios un rodaje cómodo, seguro y económico.

Del mismo modo, en los últimos años, los pavimentos rígidos son los más utilizados en las ciudades, debido a su durabilidad, capacidad de distribución de cargas y calidad para el rodamiento. Sin embargo, estos pueden quedar parcial o totalmente fuera de servicio como consecuencia del desgaste producido por el uso y otros factores como clima, tráfico, etc. El proceso de reparación de pavimentos rígidos está ligado al monitoreo permanente, es responsabilidad de los ingenieros estudiar las diferentes alternativas de reparación realizando un estudio económico que permita elegir la alternativa técnico – económica más adecuada, sin embargo, antes de todo ello el ingeniero debe diseñar un pavimento que tenga la adecuada durabilidad.

No existe una causa única del deterioro del pavimento. Las fallas que afectan se producen por múltiples factores: podría ser el resultado de un mal diseño del paquete estructural, de la mala calidad de los materiales, de errores constructivos, de un deficiente sistema de drenaje en caso de precipitaciones, del efecto de solicitaciones externas como carga vehicular y agentes climáticos, entre otros. [Rodríguez Velásquez, 2009].

El pavimento es una de las pocas estructuras civiles que tiene un período de diseño finito, por lo que su falla está prevista al término de ésta. Esto significa que, durante el período de vida de una estructura de pavimento, la misma iniciará un proceso de deterioro tal que al final de su vida útil manifestará un conjunto de fallas que reducirán su calidad de rodaje y en definitiva incrementarán los costos de los usuarios y los costos de mantenimiento por parte de Agencia Responsable. [Rodríguez Peralta y Valera Delgado, 2021].

Independientemente del proceso de deterioro “natural” en toda estructura de pavimento, se deben iniciar labores de mantenimiento y rehabilitación de las mismas, prácticamente desde el inicio de su período de diseño, con el objeto de reducir el impacto que las diferentes fallas pueden afectar a la estructura y de esta manera optimizar los recursos disponibles para una

eventual rehabilitación, sin necesidad de ejecutar trabajos de reconstrucción de la estructura. [Humpiri Pineda, 2015].

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1.1 Selección del problema**

La localidad de Cumba, es uno de los distritos que viene iniciando la pavimentación de sus calles, teniendo la avenida San Pedro como la única pavimentada, la cual ha sido construida en el año 2018, pero que, debido a su diseño y a las fallas encontradas en la inspección visual que se ha realizado preliminarmente, es posible inferir que esta vía no es adecuada para el rodamiento de vehículos pesados, y que debido a no contar con una vía de evitamiento definida dentro de la ciudad, genera que por esta avenida transitan toda clase de vehículos, haciendo que el pavimento se deteriore, a esto sumado las condiciones climáticas de la zona.

Por tanto, realizar un trabajo de investigación en este tema en la localidad de Cumba es de gran importancia y comenzaremos por realizar una investigación en la avenida San Pedro la cual en la actualidad es la única vía pavimentada, y por la cual transitan todo tipo de vehículos.

La vía en estudio, corresponde a la Av. San Pedro en el distrito de Cumba, la cual es un pavimento rígido construido en el año 2018, la cual consta de doce cuadras en su totalidad y, al mismo tiempo es parte de la carretera Emp. PE 5N (Corral Quemado) – EMP. AM -108 (Desv. Luya), la misma que pasa por la localidad de Cumba a través de la avenida en estudio, lo cual genera que circulen todo tipo de vehículos, al no tener una vía de evitamiento definida.

### **1.1.2 Formulación interrogativa del problema**

¿Cuál es el estado de condición del pavimento rígido de la Av. San Pedro del distrito de Cumba?

### **1.1.3 Justificación de la investigación**

El presente trabajo de investigación se justifica por la necesidad de realizar una valoración del estado actual del pavimento para no llegar a su reconstrucción total,

generando gastos mayores que las de un mantenimiento, con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una determinada calle. En tal sentido con la presente investigación se pretende evaluar superficialmente el pavimento rígido de la Av. San Pedro en la localidad de Cumba, para conocer el estado de condición del pavimento rígido, aplicando la metodología del PCI (Índice de Condición del Pavimento).

El presente trabajo de investigación servirá de referencia o base para futuras investigaciones sobre el estado de los pavimentos rígidos, para obtención del índice de condición de un pavimento.

#### **1.1.4 Alcances o delimitación de la investigación**

La investigación se realizó en la Av. San Pedro en la localidad de Cumba, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas, en una longitud total de 685.31 metros. El estudio se realizó durante los meses de febrero a abril del 2023 y vendrá a dar una primera aproximación, ya que no se ha realizado ningún tipo de investigación similar en el ámbito de estudio.

Sólo se evaluaron las condiciones físicas superficiales en las que se encontraron el pavimento rígido. Datos que se obtuvieron en campo con las observaciones e investigaciones que se realizaron a medida que se realizó el proceso de investigación.

#### **1.1.5 Limitaciones**

No existe limitación alguna para realizar el presente trabajo de investigación.

### **1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.2.1 Objetivo General**

Determinar el estado de condición del pavimento rígido mediante el método del PCI de la Av. San Pedro, del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, Región Amazonas.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el levantamiento topográfico de la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, Región Amazonas.
- Determinar el índice de condición del pavimento rígido de la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, Región Amazonas.
- Identificar cuáles son las fallas con mayor frecuencia en el pavimento rígido de la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, Región Amazonas.

## **2.-CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes teóricos**

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

Puga Álvarez (2018), “Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)”.

Tuvo como objetivo realizar una evaluación funcional del pavimento rígido, presentando el método del PCI con la normativa ASTM D6433. Concluyendo que el primer tramo presenta un estado de conservación entre excelente y bueno, porque muestra fallas con severidad baja y media; mientras que el segundo tramo muestra fallas de alta severidad, presentando una condición de conservación entre regular y muy pobre; y por último el tercer tramo exhibe fallas con severidad media con una calificación de conservación muy bueno y regular. Finalmente recomienda inspeccionar las vías en períodos frecuentes para establecer grados de severidad de los deterioros que se vayan originando, con el fin de implementar un plan de mantenimiento preventivo o rutinario. En el caso de la avenida Loja se recomienda con mayor prioridad la evaluación y reparación del tramo 2 debido a la baja calificación obtenida con el método PCI, para evitar que genere más condiciones de peligro por los deterioros de alta severidad que presenta.

Santana & Cuesta (2019)

Establecen el estado actual del pavimento rígido en la calle 4d entre carreras 22 a la 26 del barrio La Alborada y concluye que el mantenimiento realizado con material asfáltico en reparachos y losas cumplió su función o se realizó inapropiadamente puesto que presentan el daño de grieta de reflexión. Ahora bien, las fallas que se presentan son la losa dividida con severidad alta que presenta el mayor valor deducido en un 88% de las unidades de muestra seguida con un 6% la grieta lineal y con el mismo porcentaje la grieta de esquina, además, la falla por sello de juntas y pulimento de agregados se presentan en el 100% de unidades de muestra. Así mismo, del conjunto de 16 unidades de muestra el 25 por ciento presenta un estado regular ,31% estado malo, 38% muy malo y el 6% fallado. Finalmente, como alternativa de solución descarta la reconstrucción de losas (recomendado por INVIAS) y elige la reparación del espesor total pese a que algunas muestras son menores a lo requerido

(24.5 Mpa), además este tipo de intervención corrige una mayor cantidad de daños, así mismo, para las losas 8,9,10 y 11 recomienda solamente un sellado de grietas.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales.**

Granda Hinostroza (2019), “Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018”.

Tuvo como objetivo determinar la condición del pavimento rígido en dicho anillo vial, así como el índice de condición del pavimento, concluyendo que Al aplicar la Metodología PCI al Anillo Vial Tramo Chaupimarca - Yanacancha se obtuvo que se encuentra en un estado MALO, ya que posee un índice PCI de 32, recomendando priorizar el tratamiento inmediato a las fallas con mayor grado de severidad, ya que están propensas a ocasionar que el pavimento colapse.

Tafur Arévalo, Rainer (2021), “Tipo de condición del pavimento rígido aplicando métodos PCI y MTC para proponer el tipo de conservación en la urbanización Monterrico - distrito de Santiago de Surco”.

Tuvo como objetivo Identificar el tipo de condición del pavimento rígido aplicando métodos MTC y PCI para proponer el tipo de conservación en el sector 3, de la Urbanización Monterrico Sur del distrito de Santiago de Surco, concluyendo que se ha determinado el tipo de condición del pavimento rígido aplicando el método MTC en una población de 26 tramos con la calificación de bueno y le corresponde un tipo de conservación rutinario y, Aplicando el método PCI en una población de 52 unidades de muestra se ha obteniendo la condición de malo correspondiendo una conservación periódica.

### **2.1.3. Antecedentes locales.**

Fernández Collantes y Jiménez Elera (2021), “Evaluación superficial del pavimento flexible mediante los métodos VIZIR, PCI, IRI en la carretera Bagua Grande - Cajaruro, Amazonas – 2021”.

Tuvo como objetivo evaluar superficialmente el pavimento flexible con las metodologías VIZIR, PCI e IRI en la carretera Bagua Grande – Cajaruro, entre las progresivas 0+000 hasta 3+000, ubicadas en el departamento de Amazonas – 2021, y se obtuvo como resultado que la vía tiene una longitud de 3 km, es una vía de tercera clase según la demanda obtenida, presenta un estado superficial de regular según los métodos PCI e IRI con valores promedio

de 47.98 de PCI y valores entre 3 y 4 m/km para el segundo método y con VIZIR se obtuvo una condición de bueno. Concluyendo de manera general que la vía se encuentra en un estado regular con falla de baches/huecos con mayor presencia, recomendando realizar un mantenimiento correctivo para garantizar la transitabilidad.

Alvines Pérez (2018), “Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018”.

Tuvo como objetivo general realizar la evaluación de la condición superficial del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, aplicando el método PCI (Pavement condition index), y se concluye que la carretera tiene un pavimento de estado muy bueno en las secciones 1 y 3 y un estado bueno en la sección 2, con un PCI ponderado para las secciones 1 y 3 igual a 75 y 82, y un PCI ponderado para la sección 2 igual a 61. Con lo cual el pavimento brinda adecuadas condiciones a los usuarios en los tramos ya mencionado de dicha investigación.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1. PAVIMENTOS**

Se define pavimento como un conjunto de capas de materiales seleccionados que reciben de forma directa las cargas de tránsito y las transmiten a las capas inferiores, distribuyéndolas con uniformidad. Este conjunto de capas proporciona también la superficie de rodamiento, donde se debe tener una operación rápida y cómoda.

PROVÍAS (2008) define a los pavimentos como una estructura construida sobre la sub rasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito.

Según AASHTO (1993) existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del Usuario.

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado periodo de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella, es decir debe proporcionar un servicio de calidad óptimo.

### **2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS**

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, semirrígido, rígidos y articulados.

**Pavimento flexible:** Este tipo de pavimento está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas dependencias de las necesidades particulares de cada obra.

**Pavimento semirrígido:** Aunque este tipo de pavimento guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

**Pavimento articulado:** Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre la capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas por dicho pavimento.

**Pavimento rígido:** Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en ciertos grados, esfuerzos a la tensión, el



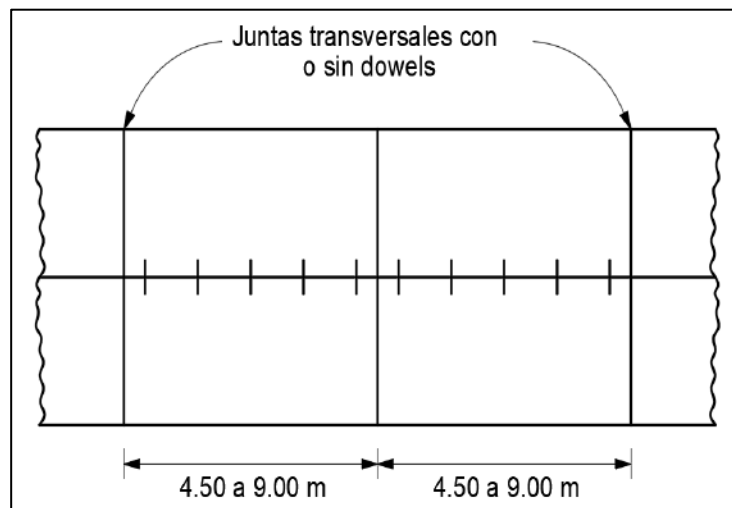
comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

### **Tipos de pavimentos rígidos**

Se pueden clasificar en cuatro tipos:

- **Pavimento Rígido Liso Pegado (PRLP):**

Todos los pavimentos de hormigón lisos deberían construirse con juntas de contracción poco espaciadas. Los pasadores o enclavamientos agregados se pueden usar para la transferencia de carga a través de las juntas. Dependiendo del tipo de agregado, clima y experiencia previa, se han utilizado espaciamientos entre 15 y 30 pies (4,6 y 9,1 m). Sin embargo, a medida que aumenta el espaciado entre las juntas, el enclavamiento agregado disminuye, y también existe un mayor riesgo de agrietamiento. Basándose en los resultados de una encuesta de rendimiento, Nussbaum y Lokken (1978) recomendaron espaciamientos máximos de las juntas de 20 pies (6,1 m) para las juntas de espiga y 15 pies (4,6 m) para las uniones no doradas.



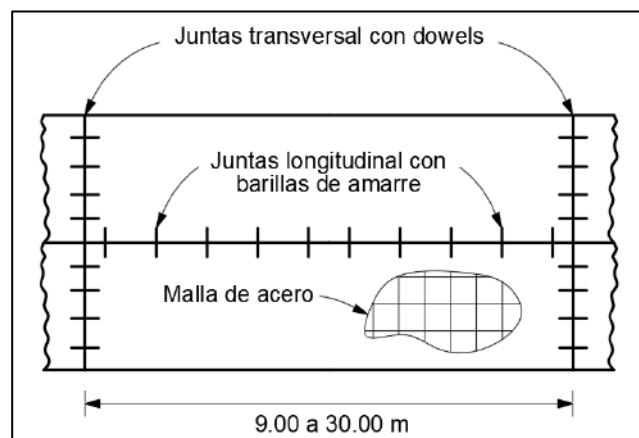
*Figura 1: Pavimento rígido liso pegado*

*Fuente: Granda Hinostraza (2021)*

- **Pavimento Rígido Armado (PRA):**

Los refuerzos de acero en forma de malla de alambre o barras deformadas no aumentan la capacidad estructural de los pavimentos, pero permiten el uso de espaciamientos de juntas más largos. Los espaciamientos de las juntas varían de 30 a 100 pies (9,1 a 30 m). Debido a la mayor longitud del panel, se requieren tacos para transferir la carga a través de las juntas.

La cantidad de acero distribuido en PRA aumenta con el aumento en el espaciamiento de las juntas y está diseñado para mantener unida la losa después del agrietamiento. Sin embargo, el número de uniones y costos de clavijas disminuye con el aumento en el espaciado de las juntas. Con base en los costos unitarios de aserrado, malla, tacos y selladores de juntas, Nussbaum y Lokken (1978) encontraron que el espaciado de las juntas más económico era de aproximadamente 40 pies (12,2 m). Los costos de mantenimiento generalmente aumentan con el aumento en el espaciamiento de la junta, por lo que la selección de 40 pies (12,2 m) como el espaciamiento máximo de la junta parece estar garantizada.



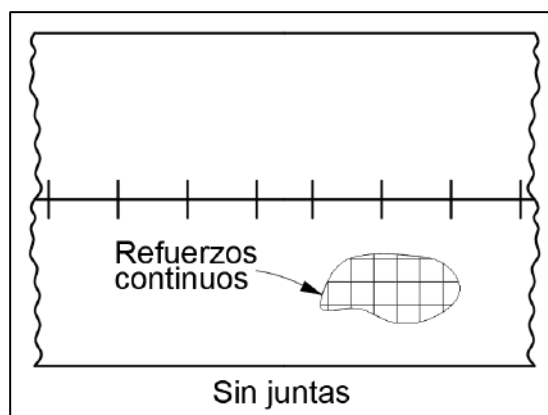
*Figura 2: Pavimento Rígido Armado*

*Fuente: Granda Hinostraza (2021)*

- **Pavimento Rígido Continuo Armado (PRCA):**

Fue la eliminación de las articulaciones lo que provocó el primer uso experimental de CRCP en 1921 en Columbia Pike cerca de Washington, DC. Las ventajas del diseño sin juntas fueron ampliamente aceptadas por muchos.

estados, y más de dos docenas de estados han usado PRCA con dos -Línea de kilometraje total de más de 20,000 millas (32,000 km). Originalmente se pensó que las juntas eran los puntos débiles en los pavimentos rígidos y que la eliminación de las juntas disminuiría el espesor del pavimento requerido. Como resultado, el grosor de CRCP se ha reducido empíricamente en 1 a 2 pulgadas. (25 a 50 mm) o arbitrariamente tomado como 70 a 80% del pavimento convencional. La formación de grietas transversales a intervalos relativamente próximos es una característica distintiva de PRCA. Estas grietas se mantienen apretadas por los refuerzos y no deben ser motivo de preocupación siempre que estén uniformemente espaciadas. La angustia que ocurre con mayor frecuencia en PRCA es punchout en el borde del pavimento. Este tipo de falla tiene lugar entre dos grietas transversales aleatorias paralelas o en la intersección de las grietas Y. Si las fallas ocurren en el borde del pavimento en lugar de en la junta, no hay razón para usar un PRCA más delgado. La guía de diseño AASHTO de 1986 sugiere usar la misma ecuación o nomograma para determinar el espesor de PRLP y PRCA. Sin embargo, los coeficientes de transferencia de carga recomendados para PRCA son ligeramente más pequeños que los de PRLP o PRA y, por lo tanto, dan como resultado un grosor ligeramente menor de PRCA. La cantidad de acero de refuerzo longitudinal debe diseñarse para controlar el espaciado y el ancho de las grietas y la tensión máxima en el acero.

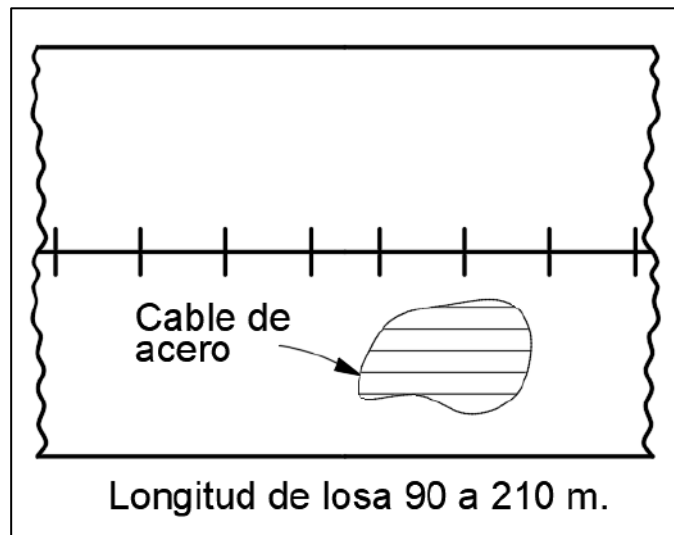


*Figura 3: Pavimento Rígido Continuo Armado*

*Fuente: Granda Hinostrza (2021)*

- **Pavimento Rígido Pretensado (PRP):**

El concreto es débil en tensión, pero fuerte en compresión. El espesor del pavimento de concreto requerido se rige por su módulo de ruptura, que varía con la resistencia a la tracción del concreto. La aplicación previa de una tensión de compresión al concreto reduce en gran medida la tensión de tracción causada por las cargas de tráfico y, por lo tanto, disminuye el espesor del concreto requerido. Los pavimentos rígidos pretensados tienen menos probabilidades de agrietarse y menos juntas transversales y, por lo tanto, dan como resultado un menor mantenimiento y una mayor duración del pavimento.



*Figura 4: Pavimento Rígido Pretensado*

*Fuente: Granda Hinostroza (2021)*

### **2.2.3. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

Los pavimentos son estructuras diseñadas para aportar al usuario comodidad y seguridad al conducir. La evaluación de pavimentos permite conocer el estado situacional de la superficie del pavimento y adoptar las medidas adecuadas correctivas de reparación y mantenimiento para cumplir sus objetivos y prolongar su vida útil.

Es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en el que se encuentre.

#### **2.2.4. TIPOS DE EVALUACIONES**

Existen 3 tipos de evaluaciones, los que son:

- **Evaluación Inicial:** forma parte de la investigación necesaria del estado del pavimento antes de entrar en operación, como pavimento nuevo o inmediatamente después de haber sido sometidos a acciones de conservación o refuerzo.
- **Evaluación de Seguimiento:** a partir de la evaluación inicial, se procederá a efectuar un programa de evaluaciones periódicos que constituyen un proceso de seguimiento de la forma en que el pavimento evoluciona a través del tiempo y así poder programar en forma racional una estrategia de conservación. En este tipo de evaluación se deberá aplicar un proceso de captura de datos que permitan conocer la evaluación de ciertos indicadores que manifiesten la forma en que el pavimento se comporta en el tiempo, principalmente los que se refieren a las características superficiales, deterioros, rugosidad, resistencia a la fricción, etc.
- **Evaluación Puntual:** este tipo de evaluación tiene como finalidad definir adecuadamente un problema concreto, conocimiento en la forma más completa posible el estado del pavimento para determinar las causas que han originado los deterioros y así poder proyectar o planear una acción concreta de rehabilitación o refuerzo del pavimento. Esta evaluación se llevará a cabo en los tramos en que la evaluación periódica o sistematizada detecte un comportamiento anormal del pavimento, o bien cuando se pronostiquen caminos en las características del tránsito, que ameriten una intervención formal de rehabilitación, refuerzo o ampliación.

#### **2.2.5. FACTORES QUE OCASIONAN EL DETERIORO DEL PAVIMENTO**

Los factores más importantes que ocasionan el deterioro del pavimento son:

##### **Agregados**

- Forma
- Resistencia
- Abrasión

- Desgaste
- Limpieza
- Afinidad con el suelo y el concreto
- Contenido de humedad
- Contaminación

### **Concreto**

- Proporciones de la mezcla
- Temperatura de la mezcla
- Contenido de humedad de los agregados
- Compatibilidad de los agregados
- Propiedades del concreto

### **Construcción**

- Velocidad de fragua
- Horario de Vaciado del concreto
- Variaciones en la calidad y espesor
- Juntas
- Curado

### **Cargas**

- Carga por eje
- Cantidad de vehículos
- Velocidad de circulación
- Periodo de diseño
- Canalización de trafico

### **Medio ambiente**

- Radiación UV
- Rango de temperatura
- Gradiente térmico
- Contenido de humedad
- Precipitaciones pluviales y drenaje

## 2.2.6. CLASES DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

- **Evaluación Superficial:** este tipo de evaluación consiste en una inspección de la superficie del pavimento, haciendo uso de diferentes métodos y herramientas que dan como resultado el estado en que se encuentra el pavimento evaluado. En la evaluación superficial, debe considerar las fallas presentes en el pavimento de tal manera de valorarlas, tanto en magnitud como en severidad, para así tener un indicativo referencial de su condición. Para ello se dispone de la Evaluación Funcional del Pavimento mediante la determinación del Índice de condición del Pavimento (PCI).
- **Evaluación Estructural:** es una evaluación a mayor profundidad que se fundamenta en la toma de muestras representativas de los materiales que conforman las diferentes capas del pavimento en una vía. Los métodos para este tipo de evaluación pueden ser destructivos o no destructivos, dependiendo del grado de alteración física producida por los materiales durante el proceso de evaluación. Entre estos métodos se tiene:
  - ✓ **Exploraciones:** suelen ser realizadas a través de calicatas o perforaciones que se ubican lo más próximo a la estructura sin alterar la superficie de rodadura o a través de perforaciones diamantinas. Con el objetivo de conocer el perfil estratigráfico y en el caso de ser requerido tomar muestras para ejecutar los ensayos de campo y laboratorio que sean requeridos.
  - ✓ **Dispositivos Estáticos:** se realizan pruebas con los siguientes equipos; pruebas de placas de apoyo, medidor de curvatura, viga Benkelman, vigas para la medición automática de las deflexiones, curvímetro, entre otros.
  - ✓ **Dispositivos Vibratorios:** métodos de medición bajo carga vibratoria dinámica, métodos de medición bajo impactos, procedimiento de retrocálculo, otros.
  - ✓ **Análisis Espectral de Ondas Superficiales (SASW):** constituye otra metodología de carácter no destructivo, mediante la cual puede determinarse la velocidad de ondas de corte, el módulo cortante y

módulo de Young, de las diferentes capas del pavimento y de las capas de apoyo.

- ✓ **Determinación de los Espesores por Métodos no Destructivos:** para usar este método es necesario conocer el espesor de cada una de ellas, de tal manera que se obtengan valores realistas de dichos módulos y con menor dispersión.
- **Evaluación de la Rugosidad:** es un factor sumamente importante para la comodidad del usuario en primer lugar y en segundo, también para su seguridad y economía. Este concepto está ligado con la calidad del servicio o la serviciabilidad del pavimento y se considera como la habilidad del pavimento para servir al tránsito con sus condiciones actuales, aspecto que es de gran interés para el usuario. Para la aplicación de esta evaluación se usa el siguiente método:
  - ✓ **Índice de Rugosidad Internacional:** es un resumen estadístico matemáticamente definido del perfil longitudinal a lo largo del perfil longitudinal a lo largo de la trayectoria de una rueda en la superficie en una carretera.
- **Serviciabilidad**
  - ✓ **Calificación por medio de un grupo de personas:** para poder aplicar este procedimiento es conveniente constituir un grupo de calificadores, integrado por cinco a diez personas, preferentemente no técnicas para obtener un valor representativo con un bajo nivel de error.
  - ✓ **Modelo AASHTO (1993):** se llevan a cabo correlaciones entre la Calificación de Servicio Actual (PSR) y la determinación de la extensión de áreas agrietadas y parchadas, así como la rugosidad, empleando para esta última un dispositivo, denominado perfilómetro, que determinaba las variaciones de la pendiente del perfil longitudinal del pavimento.



### **2.2.7. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS**

En todos los métodos de diseño de pavimentos se acepta que durante la vida útil de la estructura se pueden producir dos tipos de fallas, la funcional y la estructural.

La falla funcional se deja ver cuando el pavimento no brinda un paso seguro sobre él, los vehículos no viajan de forma cómoda y la falla estructural está asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de tal forma que este no pueden soportar las cargas a la que está sometido.

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga.

A continuación, se detallan los tipos de fallas presentes en los Pavimentos Rígidos definidas en la Norma ASTM D6433-03, el cual enumera alfabéticamente 19 tipos de fallas para pavimentos de rígidos:

#### **a. BLOWUP – BUCKLING (Levantamiento / explosiones) (Código 21)**

##### **Descripción:**

Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

##### **Niveles de Severidad:**

L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

**Medida:**

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

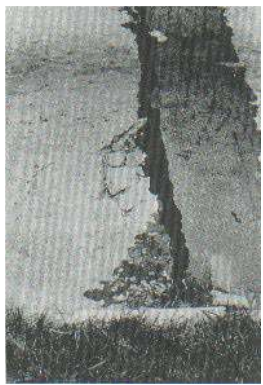


**Opciones de Reparación:**

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

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

**Aspecto superficial:**

		
<i>Figura 5: C21-a. Blowup / Buckling de baja severidad.</i>	<i>Figura 6: C21-b. Blowup / Buckling de baja severidad.</i>	<i>Figura 7: C21-c. Blowup / Buckling de baja severidad.</i>

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

**b. GRIETA DE ESQUINA (CORNER BREAK) (Código 22)**

**Descripción:**

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal;

sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

#### **Niveles de Severidad:**

L: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.

M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M).

H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

#### **Medida:**

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

1. Sólo tiene una grieta de esquina.
2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.
3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

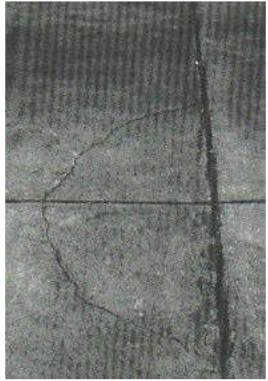


#### **Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

**Aspecto superficial:**

		
<p><i>Figura 8: C22-a. Grieta de esquina de baja severidad.</i></p>	<p><i>Figura 9: C22-b. Grieta de esquina de severidad media.</i></p>	<p><i>Figura 10: C22-c. Grieta de esquina de alta severidad.</i></p>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

**c. LOSA DIVIDIDA (DIVIDED SLAB) (Código 23)**

**Descripción:**

La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

**Niveles de Severidad:**

En la Tabla 1 se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

*Tabla 1: Niveles de Severidad para Losa Dividida*

Severidad de la mayoría de las grietas	Severidad de la mayoría la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 o más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

*(Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03)*

**Medida:**

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

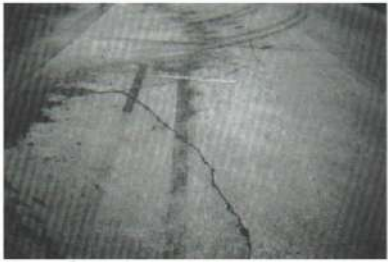


**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

**Aspecto superficial:**

		
<i>Figura 11: C23-a. Losa dividida de baja severidad.</i>	<i>Figura 12: C23-b. Losa dividida de severidad media.</i>	<i>Figura 13: C23-c. Losa dividida de alta severidad.</i>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

**d. GRIETAS DE DURABILIDAD “D” (Código 24)**

**Descripción:**

Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

**Niveles de Severidad:**

L: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.
2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

**Medida:**

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.

### Aspecto superficial:

		
<i>Figura 14: C24-a. Grieta de durabilidad de baja severidad.</i>	<i>Figura 15: C24-b. Grieta de durabilidad de severidad media.</i>	<i>Figura 16: C24-c. Grieta de durabilidad de alta severidad.</i>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

### e. ESCALA (Código 25)

#### Descripción:

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanda.
2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

#### Niveles de Severidad:

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en la Tabla 2.

*Tabla 2: Niveles de Severidad para Escala.*

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*



**Medida:**

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño, pero se consideran para definir la severidad de las grietas.


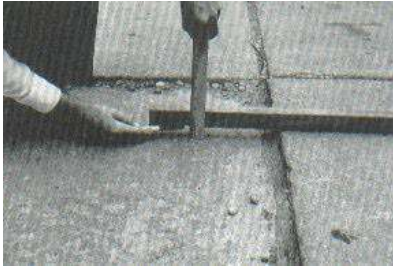
**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.

**Aspecto superficial:**

		
<p><i>Figura 17: C25-a. Escala de baja severidad.</i></p>	<p><i>Figura 18: C25-b. Escala de severidad media.</i></p>	<p><i>Figura 19: C25-c. Escala de alta severidad.</i></p>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

**f. DETERIORO DEL SELLO DE JUNTA (Código 26)****Descripción:**

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.



4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).
5. Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

**Niveles de Severidad:**

L: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.

M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

**Medida:**

No se registra losa por losa, sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada.

M: Resellado de juntas.

H: Resellado de juntas.

**Aspecto superficial:**

		
<p><i>Figura 20: C26-a. Daño del sello de junta de baja severidad.</i></p>	<p><i>Figura 21: C26-b. Daño del sello de junta de severidad media.</i></p>	<p><i>Figura 22: C26-c. Daño del sello de junta de alta severidad.</i></p>

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

**g. DESNIVEL CARRIL / BERMA (CÓDIGO 27)**

**Descripción:**

El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

**Niveles de Severidad:**

L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.

M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.

H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.



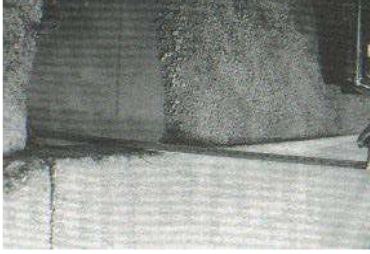
**Medida:**

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

**Opciones de Reparación:**

L, M, H: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.

**Aspecto superficial:**

		
<i>Figura 23: C27-a. Desnivel carril / berma de baja severidad.</i>	<i>Figura 24: C27-b. Desnivel carril / berma de severidad media</i>	<i>Figura 25: C27-c. Desnivel carril / berma de alta severidad.</i>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

## **h. GRIETAS LINEALES (Código 28)**

### **Descripción:**

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

### **Niveles de Severidad:**

#### **Losas sin refuerzo**

L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

#### **Losas con refuerzo**

L: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

**Medida:**

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.




**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

**Aspecto superficial:**

		
<p><i>Figura 26: C28-a. Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple</i></p>	<p><i>Figura 27: C28-b. Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado</i></p>	<p><i>Figura 28: C28-c. Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple.</i></p>

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

**i. PARCHE GRANDE Y CORTES PARA INSTALACIONES (MAYOR A 0,45 M2) (Código 29)**

**Descripción:**

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

**Niveles de Severidad:**

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

**Medida:**

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

### Aspecto superficial:

		
<i>Figura 29: C29-a. Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad.</i>	<i>Figura 30: C29-b. Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media.</i>	<i>Figura 31: C29-c. Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.</i>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

### **j. PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 M2) (Código 30)**

#### **Descripción:**

Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

#### **Niveles de Severidad:**

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

H: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

#### **Medida:**

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

#### **Opciones de Reparación:**




L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.



H: Reemplazo del parche.

**Aspecto superficial:**

		
<i>Figura 32: C30-a. Parche pequeño de baja severidad.</i>	<i>Figura 33: C30-b. Parche pequeño de severidad media.</i>	<i>Figura 34: C30-c. Parche pequeño de alta severidad.</i>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

**k. PULIMENTO DE AGREGADOS (Código 31)**

**Descripción:**

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

**Niveles de Severidad:**

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

**Medida:**

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

### Opciones de Reparación:

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.

### Aspecto superficial:



*Figura 35: C31. Pulimento de agregados.*

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

## I. DESPRENDIMIENTOS POR DISGREGACIÓN DE ÁRIDOS (POPOUTS) (Código 32)

### Descripción:

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

### Niveles de Severidad:

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

### Medida:

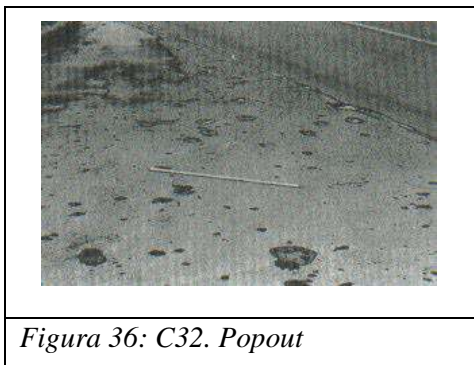
Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.



### **Opciones de Reparación:**

L, M y H: No se hace nada

### **Aspecto superficial:**



*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

### **m. BOMBEO (PUMPING) (código 33)**

#### **Descripción:**

El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

#### **Niveles de Severidad:**

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia

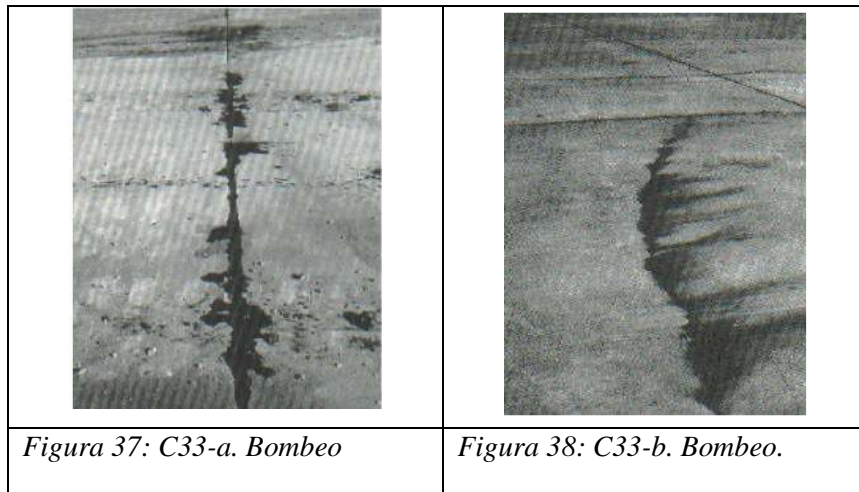
**Medida:**

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo

**Opciones de Reparación:**

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.

**Aspecto superficial:**



*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

**n. PUNZONAMIENTO (PUNCHOUT) (Código 34)**

**Descripción:**

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes, pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

### Niveles de Severidad:

Tabla 3: Niveles de Severidad para Punzonamiento

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

(Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03)

### Medida:

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

### Opciones de Reparación:

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

### Aspecto superficial:

		
<i>Figura 39: C34-a. Punzonamiento de baja severidad.</i>	<i>Figura 40: C34-b. Punzonamiento de severidad media.</i>	<i>Figura 41: C34-c. Punzonamiento de alta severidad.</i>

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

**o. CRUCE DE VÍA FÉRREA (Código 35)**

**Descripción:**

daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

**Niveles de Severidad:**

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

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

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

**Medida:**

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

H: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

**Aspecto superficial:**

		
<i>Figura 42: C35-a. Cruce de vía férrea de baja severidad.</i>	<i>Figura 43: C35-b. Cruce de vía férrea de severidad media</i>	<i>Figura 44: C35-c. Cruce de vía férrea de alta severidad.</i>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

**p. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO  
(Código 36)**

**Descripción:**

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

**Niveles de Severidad:**

L: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.

M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

H: La losa esta descamada en más del 15% de su área.

**Medida:**

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.




**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.

### Aspecto superficial:

		
<i>Figura 45: C36-a. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de baja severidad.</i>	<i>Figura 46: C36-b. Desconchamiento / Mapa de grietas/Craquelado de severidad media.</i>	<i>Figura 47: C36-c. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de alta severidad.</i>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

#### q. Grietas de retracción (Código 37)

##### Descripción:

Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

##### Niveles de Severidad:

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes

##### Medida:

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

##### Opciones de Reparación:

L, M y H: No se hace nada.

**Aspecto superficial:**



*Figura 48: C37. Grietas de contracción.*

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

**r. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA (Código 38)**

**Descripción:**

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

**Niveles de Severidad:**

En Tabla 4 se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

*Tabla 4: Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina.*

Profundidad del descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
Menor de 25.0 mm	L	L
> 25.0 mm a 51.0 mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

*(Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03)*



**Medida:**

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.


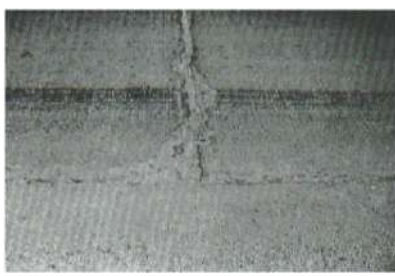

**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.

**Aspecto superficial:**

		
<i>Figura 49: C38-a. Descascaramiento de esquina de baja severidad.</i>	<i>Figura 50: C38-b. Descascaramiento de esquina de severidad media.</i>	<i>Figura 51: C38-c. Descascaramiento de esquina de alta severidad.</i>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

**s. DESCASCARAMIENTO DE JUNTA (Código 39)**

**Descripción:**

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.



2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

**Niveles de Severidad:**

En la Tabla 5 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

*Tabla 5: Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta.*

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6m	> 0.6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	L	L
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0 mm.	< 102 mm	L	M
	>102 mm	L	L
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	M	H

*(Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03)*

**Medida:**

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

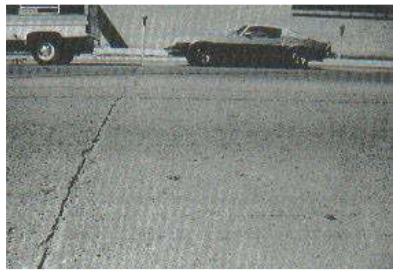

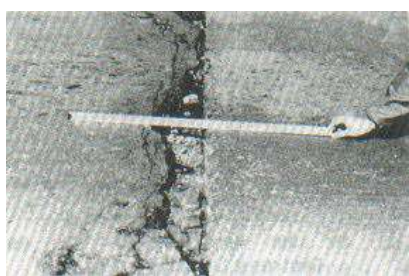
**Opciones de Reparación:**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

### Aspecto superficial:

		
<i>Figura 52: C39-a. Descascaramiento de junta de baja severidad.</i>	<i>Figura 53: C39-b. Descascaramiento de junta de severidad media.</i>	<i>Figura 54: C39-c. Descascaramiento de junta de alta severidad.</i>

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

## 2.2.8. ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)

### A. INTRODUCCIÓN

El Índice de condición de pavimento (Paviment Condition Index – PCI), es la calificación numérica de la condición del pavimento, que se constituye como la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de los pavimentos tanto rígidos como flexibles en la actualidad.

Fue desarrollado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos a cargo del centro de Ingeniería por M. Y. Shahin y S. D. Khon, publicado por primera vez en 1978; con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

El PCI no puede medir la resistencia al deslizamiento, rugosidad o capacidad estructural del pavimento, solo proporciona un conocimiento acerca de la condición real del camino.

Este método de evaluación superficial se caracteriza por no requerir ningún equipo especial o sofisticado para su análisis y empleo, por suministrar información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y la condición final que este presenta; el método es empleado como base para determinar necesidades de mantenimiento o rehabilitación del pavimento.

## B. ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)

El PCI es un índice numérico que varía de cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la Tabla 6 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

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

*Tabla 6: Rangos del PCI*

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

El PCI es el resultado de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establece el tipo, severidad y cantidad de cada falla que presenta el pavimento, para su posterior procesamiento y determinación de la condición en la que se encuentra el pavimento. Debido a la gran cantidad de posibles condiciones se introdujeron los “Valores Deducidos”, como un factor de ponderación, con el fin de determinar el grado de afectación de cada combinación de tipo de falla, nivel de severidad y densidad sobre la condición del pavimento.

## C. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

### C.1. Tipo de Falla en Pavimentos Rígidos

N°	CÓDIGO DE FALLA	FALLA	N°	CÓDIGO DE FALLA	FALLA
1	21	Blow up/ Buckling	11	31	Pulimiento de agregados
2	22	Grieta de esquina	12	32	Popouts
3	23	Losa dividida	13	33	Bombeo
4	24	Grieta de durabilidad "D"	14	34	Punzonamiento
5	25	Escala	15	35	Cruce vía férrea
6	26	Sello de junta	16	36	Desconchamiento
7	27	Desnivel Carril/Berma	17	37	Retracción
8	28	Grieta lineal	18	38	Descascaramiento de esquina
9	29	Parqueo grande (Área > 0.45m <sup>2</sup> )	19	39	Descascaramiento de junta
10	30	Parqueo pequeño (Área < 0.45m <sup>2</sup> )			

*Tabla 7: Tipos de Fallas en Pavimentos Rígidos.*

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

### C.2. Severidad de la Falla

Severidad	
Bajo	L
Medio	M
Alto	H

*Tabla 8: Severidad de Fallas en Pavimentos Rígidos según PCI.*

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

### C.3. Cantidad de Cada Falla:

Está representada por el número de veces que se repita dicha falla en las diferentes losas de cada unidad de muestreo.

**D. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:**

La evaluación de la condición del pavimento inicia desarrollando el trabajo de campo (Primera Etapa), en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin, el cual se presenta a continuación en la Figura 055 que es la Ficha de Inspección para Pavimentos Rígidos, está basada en la ficha de inspección que el ASTM D6433-03 propone, con ciertas modificaciones que se acoplan a nuestro estudio.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
PCI-02. CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO			
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO			
<b>I. Datos generales</b>			
Nombre del inspector: <input style="width: 100%;" type="text"/>			
Zona: <input style="width: 50%;" type="text"/>	Código de vía: <input style="width: 50%;" type="text"/>		
Prog. inicial: <input style="width: 50%;" type="text"/>	Prog final: <input style="width: 50%;" type="text"/>		
<b>II. Código de fallas</b>			
COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Área > 0.45m <sup>2</sup> )	39	Descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Área < 0.45m <sup>2</sup> )		
<b>III. Evaluación de la condición</b>			
Unid. de muestreo: <input style="width: 50%;" type="text"/>		Número de losas: <input style="width: 50%;" type="text"/>	
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLA	ESQUEMA

Figura 55: FORMATO PCI-02, Formato de inspección de la condición para pavimentos rígidos.

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Para llevar a cabo el Levantamiento de Datos o Inspección Visual contempla los siguientes aspectos:

**a. Equipo**

- Wincha manual para medir las longitudes y áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Descripción del tipo de fallas y como medirlas, formatos correspondientes.

**b. Procedimiento**

Se realiza la inspección visual anotando cada tipo de falla, su severidad y la cantidad de estos en el Formato de Inspección para cada unidad de muestreo.

**c. Seguridad**

El equipo de inspección debe de considerar las medidas de seguridad necesarias para realizar una buena inspección.

Al iniciar la inspección visual es necesario dividir la vía a evaluar en unidades de muestreo, lo que facilita la evaluación y la hace más precisa; a continuación, se describe cómo proceder.

**Unidades de Muestreo:**

Se divide la vía en “Unidades de Muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo al tipo de vía y superficie de la capa de rodadura. En nuestro caso según el ASTM D6433-03 para Pavimentos Rígidos y habiendo comprobado previamente que la longitud de cada losa es inferior a 7.60m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango de  $20 \pm 8$  losas.

El ASTM D6433-03 en el inciso 7.5 indica la selección de unidades de muestra a inspeccionar, se puede inspeccionar todas las unidades de muestra en la sección o el 95% de las unidades de muestra, no menor a este porcentaje para que los datos obtenidos sean confiables; en nuestro caso se analizara todas las unidades de muestra, ya que es un proyecto de investigación.

## **E. PROCESAMIENTO DE DATOS (SEGUNDA ETAPA)**

Seguido a la inspección visual en campo, se procede a calcular los “Valores Deducidos” de cada falla detectada de acuerdo con la cantidad y severidad reportada con la finalidad de obtener el PCI de cada unidad de muestreo y un PCI global.

Para el cálculo del PCI se realiza los siguientes procedimientos:

### **a. Cálculo de los Valores Deducidos**

1. Contabilice el número de losas en las que se presenta cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad en el Formato PCI-02, el resultado será la “Cantidad de Falla”.
2. Divida el número de losas contabilizadas en 1. entre el número de losas de la unidad de muestreo, expresar el resultado como porcentaje (%), esta es la “Densidad” por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de falla.
3. Con ayuda de la Densidad por unidad de muestreo determinar los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad empleando las curvas de “Valor Deducido de Falla” apropiadas.

### **b. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m).**

1. Si tan solo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido” (CVD), obtenido en la Cuarta Etapa. De lo contrario seguir los pasos 2 y 3 de b).
2. Realice una lista de los Valores Deducidos Individuales de mayor a menor.
3. Calcule el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), empleando la Ecuación N° 1.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDv_i) \quad (\text{Ecuación N}^\circ 01)$$

*Donde:*

$m_i$ : *Número Máximo Admisible de “Valores Deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.*

$HDV_i$ : *El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.*

4. El número de valores individuales deducidos se reduce a  $m$ , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que  $m$  se utiliza todos los que se tengan.

**c.** Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido” (CDV).

El máximo CDV se calcula a partir del siguiente proceso iterativo:

1. Determine el número de valores deducidos “ $q$ ” mayores a 2,00.
2. Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales.
3. Determine el CDV con “ $q$ ” y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente a pavimento rígido.
4. Reduzca a 2.00 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.00 y repita los ítems 1, 2 y 3 de la tercera etapa hasta que “ $q$ ” sea igual a 1,00.
5. El Máximo CDV es el mayor valor de los CDV obtenidos en este proceso.
6. Para todo este proceso de iteración se emplea el Formato PCI-02-01 para la Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido el cual se presenta en la Figura 056.



INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

No.	VALORES DE DUCIDOS										TOTAL	q	CDV

Figura 56: Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido (Formato PCI-02- 01).

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

- d. Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV.
- e. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \quad \text{(Ecuación N° 02)}$$

Donde:

PCIS: PCI de la sección del pavimento.

*PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.*

*PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.*

*N: Número total de unidades de muestreo en la sección.*

*A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.*

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **Deterioro**

Degeneración, empeoramiento gradual de algo

#### **Pavimento**

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado, que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

#### **Pavimento rígido**

Se compone de losas de concreto hidráulico, que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.

#### **Tránsito**

Movimiento de personas o vehículos de un lugar a otro.

#### **Vía**

Sistema de transporte o comunicación

#### **Evaluación del pavimento**

Cuantificación del estado situacional de la superficie del pavimento.

#### **Falla**

Deficiencia superficial del pavimento a la que se asocia precisamente el índice de servicio, que afectan en mayor o menor grado la capacidad del camino en proporcionar al usuario un tránsito cómodo y seguro.

**Serviciabilidad**

Indicador que representa el nivel de comodidad y seguridad que un pavimento proporciona a sus usuarios.

**PCI**

Es un índice numérico, que varía de 0 para pavimentos fallados, a 100 para pavimentos en perfectas condiciones. El cálculo del PCI está basado en los resultados de una inspección visual de la superficie en la cual el tipo de anomalía, severidad y cantidad son identificados.

## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Ubicación de la zona de estudio

#### 3.1.1 Ubicación política.

El trabajo de investigación se realizó en la Av. San Pedro de la localidad de Cumba.

Localidad : Cumba  
Distrito : Cumba  
Provincia : Utcubamba  
Región : Amazonas



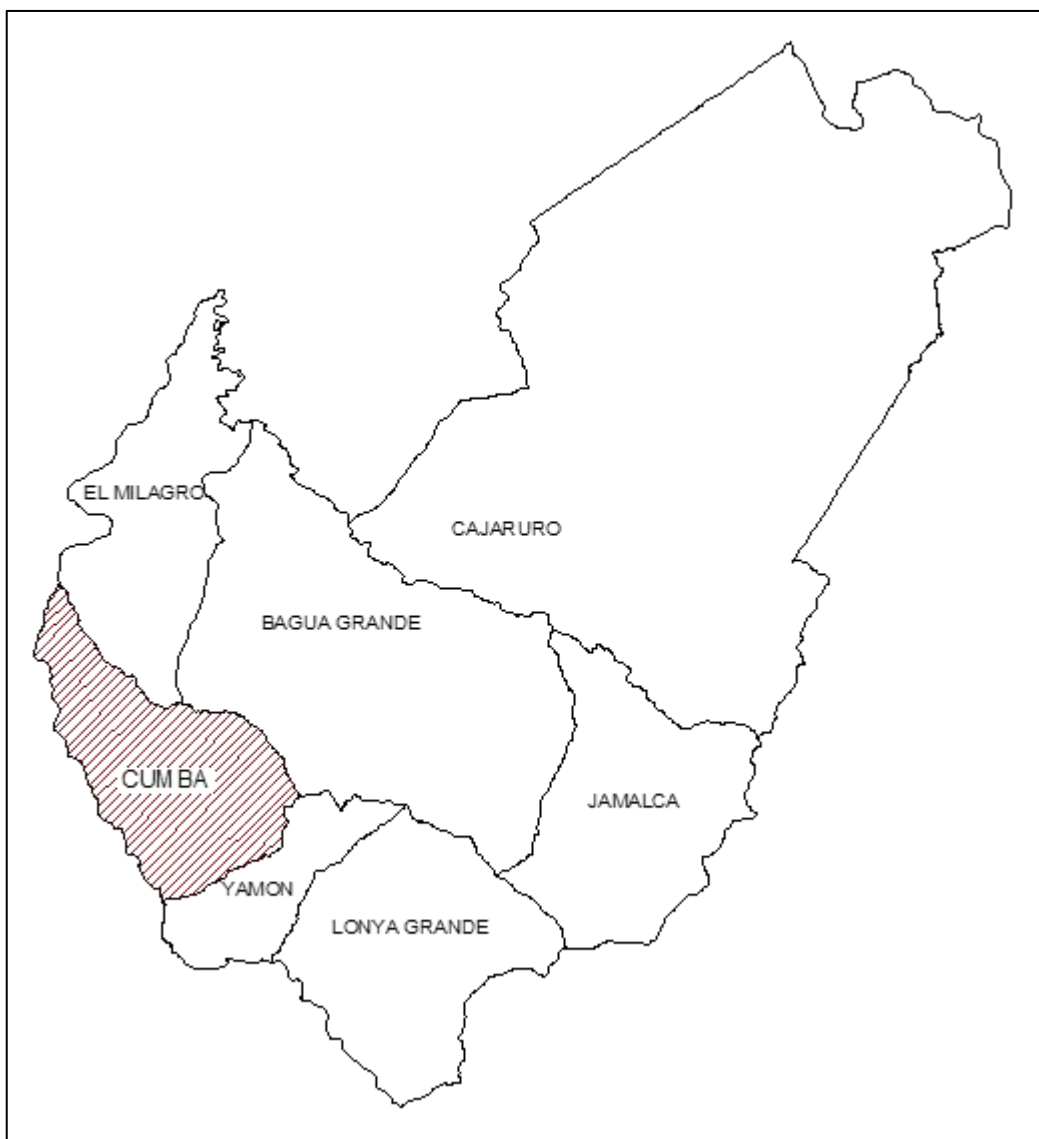
Figura 57: Región Amazonas identificada en el mapa del Perú.

Fuente: <https://www.iperu.org/geografia-de-amazonas-peru>.



Figura 58: Provincia de Utcubamba identificada en el mapa de la región Amazonas.

Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Mapa\\_Amazonas\\_Regi%C3%B3n\\_Provincias\\_con\\_Nombres.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Mapa_Amazonas_Regi%C3%B3n_Provincias_con_Nombres.png).



*Figura 59: Distrito de Cumba identificado en el mapa de la provincia de Utcubamba.*

*Fuente: Mapa político de la provincia de Utcubamba - INEI.*

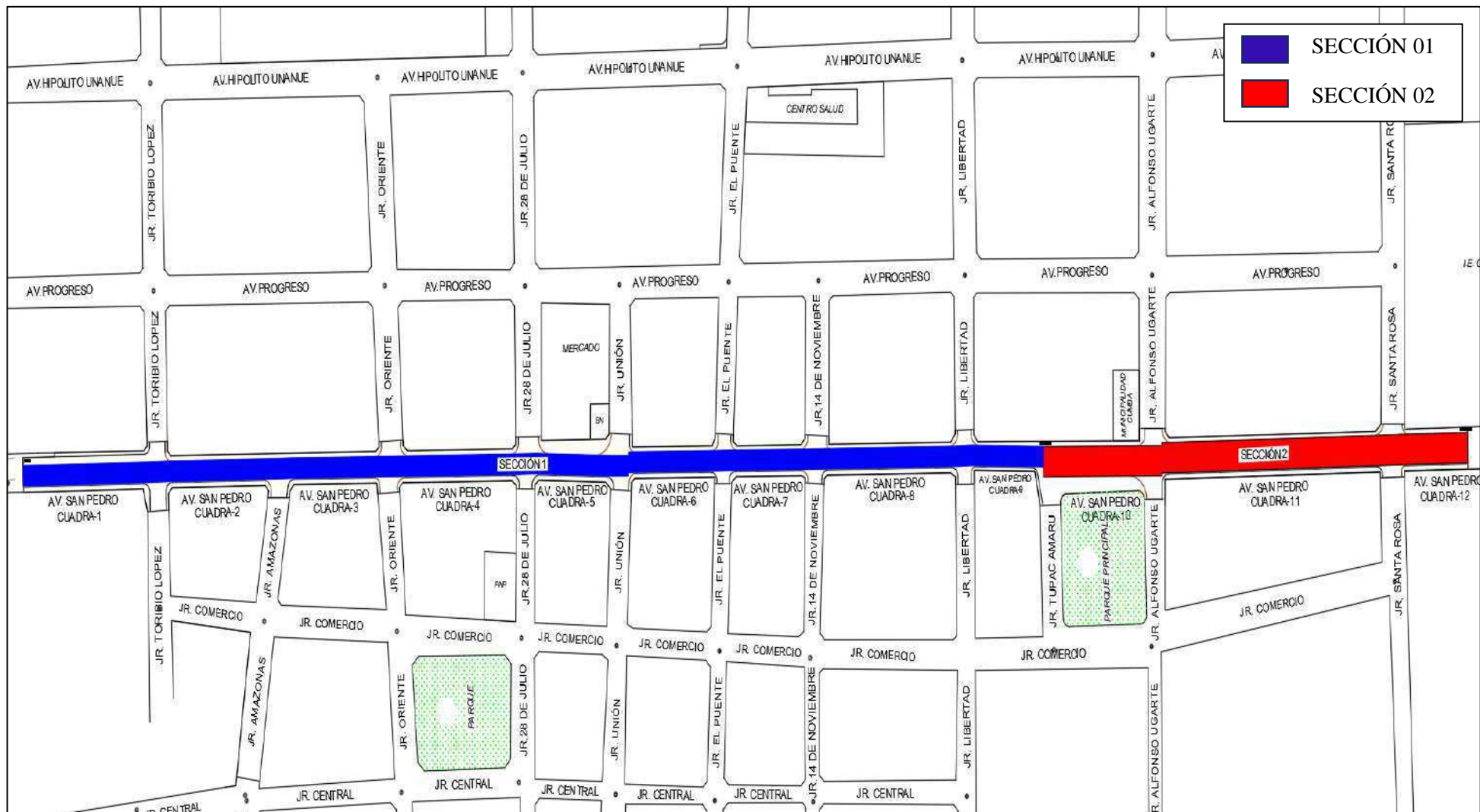


Figura 60: Localización de la vía de estudio.

Fuente: Plano catastral de Cumba

### 3.1.2 Ubicación Geográfica.

✓ La ubicación de la vía en estudio tiene las siguientes coordenadas UTM:

- Datum : 1984-WGS84.
- Proyección : Universal Transversal Mercator – UTM.
- Zona : 17M

*Tabla 9. Coordenadas UTM de la vía de estudio.*

COORDENADAS UTM				
DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA	PROGRESIVA
PUNTO INICIO	758439.061	9343854.754	458.67	0 + 000
FUNTO FINAL	758712.058	9343214.434	460.22	0 + 685.31

*Fuente: Elaboración propia.*

✓ La ubicación de la vía en estudio tiene las siguientes coordenadas geográficas:

*Tabla 10. Coordenadas geográficas de la vía de estudio.*

COORDENADAS UTM				
DESCRIPCIÓN	LATITUD	LONGITUD	COTA	PROGRESIVA
PUNTO INICIO	-5.931215	-78.665693	458.67	0 + 000
FUNTO FINAL	-5.936993	-78.663204	460.22	0 + 685.31

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.2. Características de la vía de estudio.

La vía en estudio, corresponde a la Av. San Pedro en el distrito de Cumba, la cual es un pavimento rígido construido en el año 2018, la cual consta de doce cuadras en su totalidad y, al mismo tiempo es parte de la carretera Emp. PE 5N (Corral Quemado) – EMP. AM -108 (Desv. Luya), la misma que pasa por la localidad de Cumba a través de la avenida en estudio, teniendo las siguientes características:

- Tipo de Vía : Vía arterial (avenida)
- Nombre de la vía : Avenida San Pedro

- Longitud total de la vía : 685.31 m
- Número de cuadras : 12
- Ancho promedio de carril : 6.80 m (C-1 a C-9), 10.20 m (C-10 a C-12)
- Número de carriles : 2 (C-1 a C-9), 3 (C-10 a C-12)

### 3.3. Topografía.

Se realizó el levantamiento topográfico de la vía de estudio, iniciando desde la cuadra 01 (0+000) hasta la cuadra 12 (0+685.31), encontrándose con un terreno plano cuyas cotas varían desde 458.67 m.s.n.m. hasta 460.22 m.s.n.m., también se identifico

Durante el trabajo topográfico se identificaron ancho de vía, veredas, ubicación de postes, buzones, intersecciones, encontrándose también las secciones promedio en cada tramo estudiado como se describen a continuación:

SECCIÓN 01: Ancho promedio de calzada de 6.80 metros, con dos carriles de 3.40 cada uno, las medidas de las veredas en ambos lados de la calle son variables y la cuneta de evacuación de aguas con un ancho de 0.40 metros.

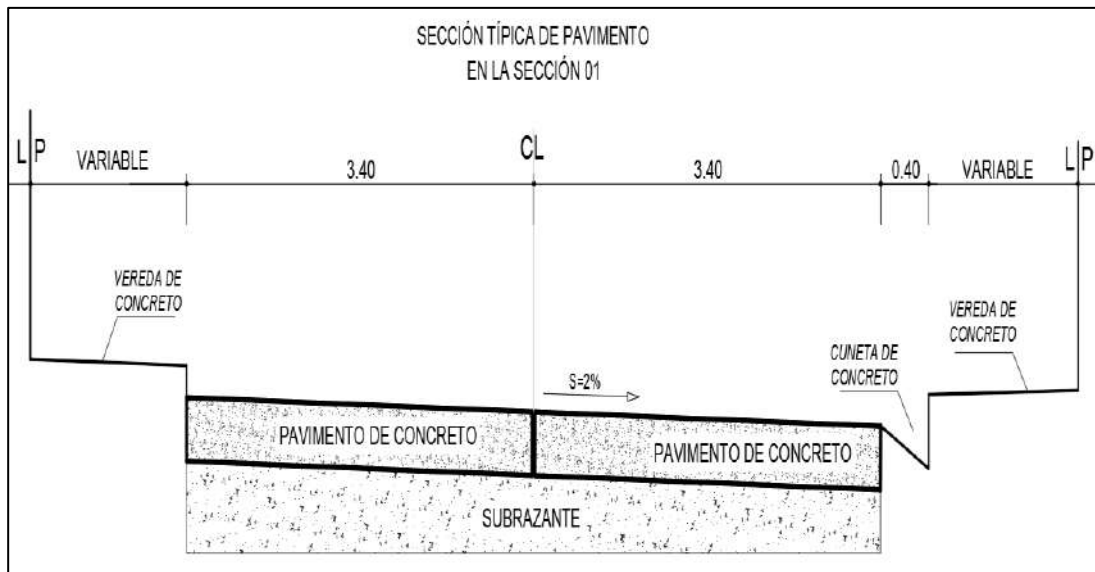


Figura 61: Sección típica del pavimento rígido en la sección 01.

Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN 02: Ancho promedio de calzada de 10.20 metros, con tres carriles de 3.40 cada uno, las medidas de las veredas en ambos lados de la calle son variables y la cuneta de evacuación de aguas con un ancho de 0.40 metros.



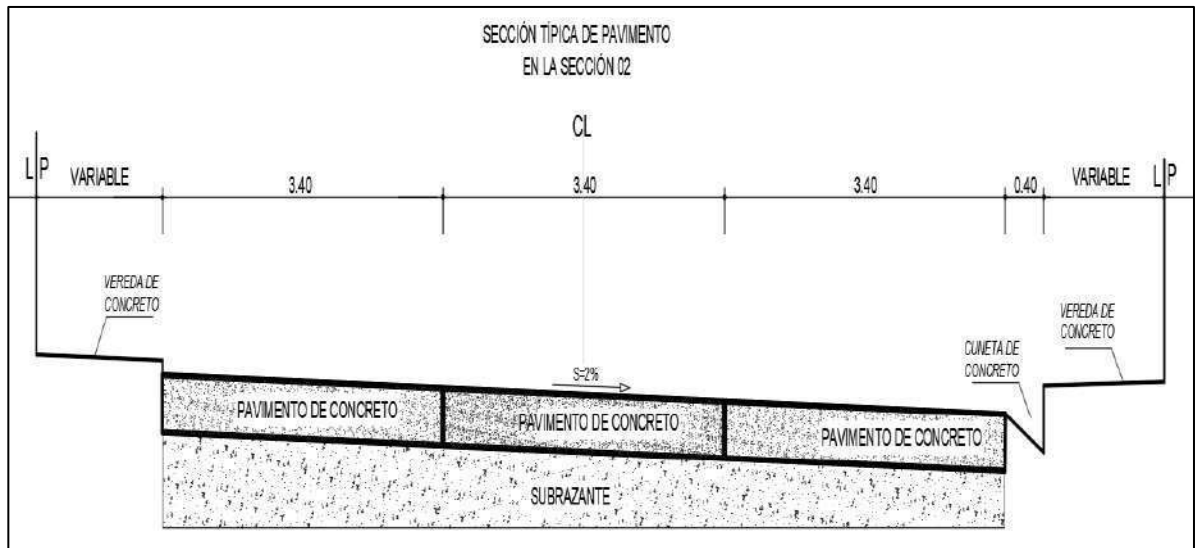


Figura 62: Sección típica del pavimento rígido en la sección 02.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. Hipótesis

#### 3.4.1 Hipótesis general

El estado de condición del pavimento rígido de la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas, empleando el método del PCI es regular.

#### 3.4.2 Hipótesis específica

- El índice de condición del pavimento empleando el método del PCI de la Av. San Pedro, del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas es de 45.
- Las fallas encontradas con mayor frecuencia en el pavimento rígido de la Av. San Pedro, del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas son grieta lineal y pulimiento de agregados.

### 3.5. Variables

#### 3.5.1 Variable independiente

- ✓ Índice de condición del pavimento.

#### 3.5.2 Variable dependiente

- ✓ Estado de condición del pavimento rígido.

Tabla 11: Matriz de operacionalización de las variables.

Hipótesis	Definición conceptual	Definición operacional de las variables/categorías			
		Variables/ categorías	Dimensiones/ factores	Indicadores/ cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos
<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>El estado de condición del pavimento rígido de la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas, empleando el método del PCI es regular.</p>	<p>El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.</p> <p>El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño presente.</p>	<p><b>Índice de condición del pavimento</b></p> <p><b>(variable independiente)</b></p>	Excelente (100 - 85)	Valor obtenido del PCI	Inspección visual en campo y formatos PCI
			Muy bueno (85 – 70)		
			Bueno (70 - 55)		
			Regular (55 – 40)		
			Malo (40 – 25)		
			Muy Malo (25 – 10)		
			Fallado (10 - 0)		

Hipótesis	Definición conceptual	Definición operacional de las variables/categorías			
		Variables/ categorías	Dimensiones/ factores	Indicadores/ cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos
<p><b>Hipótesis específica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El índice de condición del pavimento empleando el método del PCI de la Av. San Pedro, del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas es de 45.</li> <li>• Las fallas encontradas con mayor frecuencia en el pavimento rígido de la Av. San Pedro, del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas son grieta lineal y pulimiento de agregados.</li> </ul>	<p>Corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para su posterior cálculo realizado en gabinete, de tal manera que se pueda determinar el estado en que se encuentra el pavimento de acuerdo al PCI</p>	<p><b>Estado de condición del pavimento rígido</b>  <b>(Variable dependiente)</b></p>	<p>Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo Muy malo Fallado</p>	<p>De acuerdo al valor obtenido del PCI</p>	<p>Formatos PCI y evaluación en gabinete</p>

*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.6. Metodología**

#### **3.6.1 Tipo de estudio**

El tipo de estudio es aplicativo, por qué se recopilará la información para ir obteniendo conocimientos que permite aplicar los formatos PCI.

#### **3.6.2 Diseño**

El diseño del proyecto de investigación es no experimental - descriptivo, ya que no se utilizan instrumentos o equipos de laboratorio.

### **3.7 Población y muestra**

#### **3.7.1 Población**

La población de estudio comprende las vías pavimentadas de la jurisdicción del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas.

#### **3.7.2 Muestra**

La muestra es la Av. San Pedro, distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas.

#### **3.7.3 Unidad de análisis**

Pavimento Rígido

### **3.8 Método de investigación**

Se siguió estrictamente lo señalado el método del PCI.

Se realizó en primera instancia, la recolección de datos a través de la inspección visual en cada uno de los paños de la AV. San pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas, los cuales fueron registrados en los formatos que establece el método del PCI. Seguidamente se realizó la evaluación correspondiente y se procedió a realizar los cálculos respectivos en gabinete para la obtención de los resultados, quedando representado de la siguiente manera:

$$M \rightarrow O \rightarrow E \rightarrow R$$

Donde:

M: Muestra

O: observación



### 3.10 Métodos de análisis de datos

Para el procesamiento de información de datos se utilizó el programa Microsoft Office Excel y Word como herramientas de soporte para determinar nuestras fichas y formatos que sirvieron de almacenamiento de información en campo para el registro: ubicación, tamaño de la unidad de muestra, tamaño de losa y fallas en la losa y así poder elaborar tablas y gráficas, necesarias para los resultados obtenidos en campo, a su vez toda esta información se procesó siguiendo estrictamente lo que establece el método del PCI.

#### 3.10.1. Procedimiento Método del índice de condición del pavimento (PCI) para pavimento rígido

##### 1°. Selección de las unidades de muestreo

La Av. San Pedro cuenta desde la cuadra 1 hasta la cuadra 9 con dos paños de concreto de ancho y de la cuadra 10 a la cuadra 12 con 3 paños de concreto de ancho, por lo que el presente estudio se ha dividido en dos secciones:

- **Sección 1:**

Pavimento rígido desde la cuadra 1 (0+000) hasta la cuadra 9 (0+484.05) con una longitud de 484.05 metros (longitud de paños variable) y ancho promedio de 6.80 metros.

- **Sección 2:**

Pavimento rígido desde la cuadra 10 (0+484.05) hasta la cuadra 12 (0+685.31) con una longitud de 201.26 metros (longitud de paños variable) y ancho promedio de 10.20 metros.

##### 2°. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

- **Sección 1:**

Cuenta con un total de 242 losas, por lo que se dividió en 22 losas para cada unidad de muestreo, teniendo como resultado 11 unidades de muestreo:

$$\text{Unidades de Muestreo} = UM = \frac{242}{22}$$

$$UM = 11$$

Seguidamente el número mínimo de unidades de muestreo a estudiar será:

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

$$n = \frac{11 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (11 - 1) + 15^2}$$

Donde:

$n$ : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

$N$ : Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento (11).

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades (15 para pavimento de concreto).

$$\text{Entonces tenemos: } n = 8.6086 \cong 9$$

Habiéndose redondeado el resultado al entero superior, se debe evaluar como mínimo 9 unidades de muestreo, obteniendo una confiabilidad del 95%.

Determinamos el intervalo de muestreo ( $i$ ):

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

Donde:

$N$ : Número total de unidades de muestreo disponible (11).

$n$ : Número mínimo de unidades a evaluar (9).

$i$ : intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

$$i = \frac{11}{9} = 1.22 \cong 1$$

Por lo tanto, se evaluarán como mínimo 9 de las 11 unidades de muestreo disponibles, pero con la finalidad de tener un estudio más exacto se evaluarán todas las unidades de muestreo disponibles.

Tabla 12: Unidades de muestreo sección 1.

SECCIÓN 1						
UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FIN	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	NUMERO DE LOSAS
UM-01	0.00	43.98	43.98	6.80	299.06	22
UM-02	43.98	87.50	43.52	6.80	295.94	22
UM-03	87.50	131.52	44.02	6.80	299.34	22
UM-04	131.52	173.79	42.27	6.80	287.44	22
UM-05	173.79	217.82	44.03	6.80	299.40	22
UM-06	217.82	263.33	45.51	6.80	309.47	22
UM-07	263.33	307.66	44.33	6.80	301.44	22
UM-08	307.66	351.04	43.38	6.80	294.98	22
UM-09	351.04	395.36	44.32	6.80	301.38	22
UM-10	395.36	439.36	44.00	6.80	299.20	22
UM-11	439.36	484.05	44.69	6.80	303.89	22

Fuente: Elaboración propia.

- **Sección 2:**

Cuenta con un total de 162 losas, por lo que se dividió en 18 losas para cada unidad de muestreo, teniendo como resultado 9 unidades de muestreo:

$$\text{Unidades de Muestreo} = UM = \frac{162}{18}$$

$$UM = 9$$

Seguidamente el número mínimo de unidades de muestreo a estudiar será:

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

$$n = \frac{9 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (9 - 1) + 15^2}$$

Donde:

$n$ : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

$N$ : Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento (9).



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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades (15 para pavimento de concreto).

Entonces tenemos:  $n = 7.3636 \cong 8$

Habiéndose redondeado el resultado al entero superior, se debe evaluar como mínimo 8 unidades de muestreo, obteniendo una confiabilidad del 95%.

Determinamos el intervalo de muestreo ( $i$ ):

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

Donde:

$N$ : Número total de unidades de muestreo disponible (9).

$n$ : Número mínimo de unidades a evaluar (8).

$i$ : intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

$$i = \frac{9}{8} = 1.125 \cong 1$$

Por lo tanto, se evaluarán como mínimo 8 de las 9 unidades de muestreo disponibles, pero con la finalidad de tener un estudio más exacto se evaluarán todas las unidades de muestreo disponibles.

Tabla 13: Unidades de muestreo sección 2.

SECCION 2						
UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FIN	LONGITUD	ANCHO	AREA	NUMERO DE LOSAS
UM-01	484.05	505.65	21.60	10.20	220.32	18
UM-02	505.65	527.25	21.60	10.20	220.32	18
UM-03	527.25	547.50	20.25	10.20	206.55	18
UM-04	547.50	572.40	24.90	10.20	253.98	18
UM-05	572.40	597.30	24.90	10.20	253.98	18
UM-06	597.30	622.20	24.90	10.20	253.98	18
UM-07	622.20	645.58	23.38	10.20	238.48	18
UM-08	645.58	664.61	19.03	10.20	194.11	18
UM-09	664.61	685.31	20.70	10.20	211.14	18

Fuente: Elaboración propia.

### 3°. Evaluación de la Condición del pavimento

Se evalúa e inspecciona en cada unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños de Pavimentos de Concreto, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

### 3°. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

#### Ejemplo de aplicación del método del PCI, en la UM-05 de la sección 1

#### Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos.

- i) Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato correspondiente.

Tabla 14: Descripción de tipo de fallas en la UM-05 de la sección 1.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS							TOTAL
22	M	1	1	1	1	1			5
28	B	1	1	1	1	1	1	2	8
28	M	1	1	1					3
28	H	1							1
29	M	1							1
30	M	1							1
31		1	1	1	1	1	1	3	9
32		1	1	1					3

Fuente: Elaboración propia.

- ii) Divida el número de LOSAS contabilizadas, entre el número de LOSAS de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje (%). Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

Tabla 15: Densidad para cada tipo de falla en la UM-05 de la sección 1.

UNIDAD DE MUESTREO	NUMERO DE LOSAS	TOTAL	DENSIDAD (%)
UM-05	22	5	22.73
		8	36.36
		3	13.64
		1	4.55
		1	4.55
		1	4.55
		9	40.91
		3	13.64

Fuente: Elaboración propia.

- iii) Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada que se adjuntan en el Manual del PCI.

Tabla 16: Valores deducidos para cada tipo y severidad de falla en la UM-05 de la sección 1.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	5	22.73	31.81
28	B	8	36.36	16.47
28	M	3	13.64	10.49
28	H	1	4.55	9.60
29	M	1	4.55	2.50
30	M	1	4.55	1.00
31		9	40.91	6.47
32		3	13.64	2.08

Fuente: Elaboración propia.

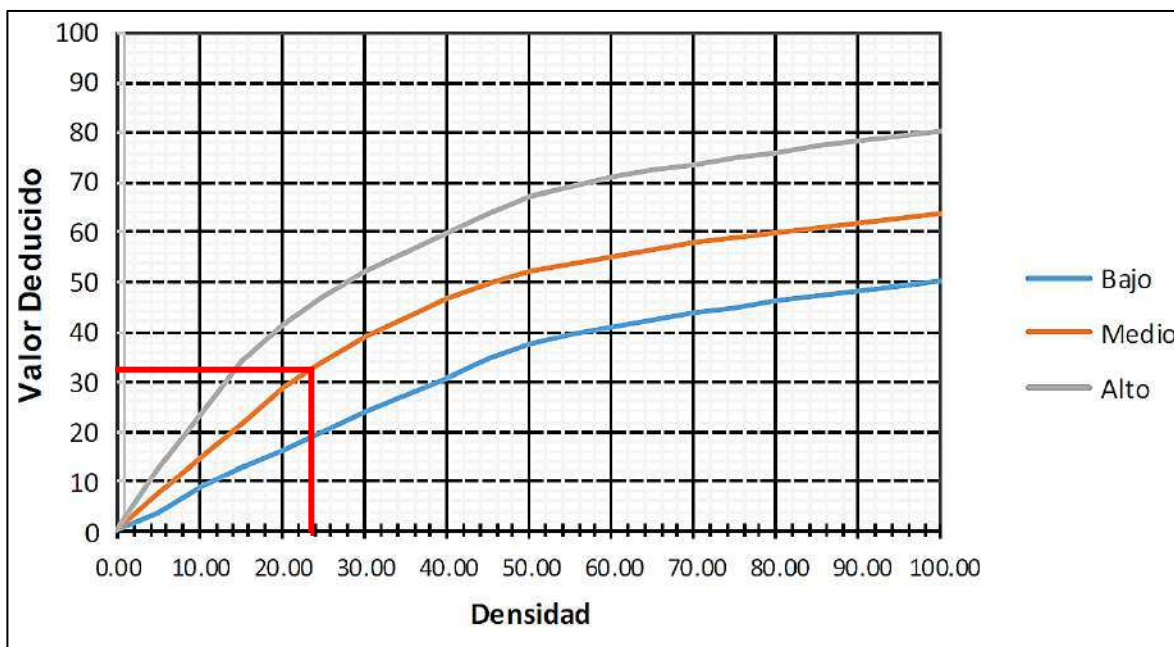


Figura 64: Curva de “Valor Deducido de Daño”, falla 22. Grieta de esquina.

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Realizamos el ejemplo con la falla 22. grieta de esquina y severidad media (M), con una densidad de 22.73%, obteniendo un valor deducido de 31.81, siendo este el máximo valor deducido.

- Calculamos el VALOR DEDUCIDO mediante la interpolación lineal, apoyados de los valores que nos proporciona el manual del PCI ASTM D 6433-03, para cada tipo y severidad de falla, específicamente para la falla 22. grieta de esquina, tenemos los valores siguientes:

Tabla 17: Valores deducidos para falla 22. Grieta de esquina.

<b>22. GRIETA DE ESQUINA (Corner Break)</b>			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	H
5	3.50	7.20	12.10
10	8.70	14.50	23.40
15	12.60	21.70	34.00
20	16.40	28.70	41.50
25	20.20	34.40	47.30

30	23.80	39.20	52.10
35	27.40	43.10	56.10
40	31.00	46.60	60.00
45	34.50	49.60	64.00
50	37.50	52.30	67.30
55	39.70	53.80	69.30
60	41.20	55.30	70.90
65	42.60	56.60	72.40
70	43.90	57.80	73.80
75	45.10	58.90	75.00
80	46.20	60.00	76.20
85	47.30	61.00	77.30
90	48.30	61.90	78.30
95	49.20	62.80	79.30
100	50.10	63.70	80.30

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03.*

Aplicamos la interpolación lineal, para una densidad de 22.73% y severidad de la falla media (M), de la siguiente manera:

*Tabla 18: Valores deducidos seleccionados de falla 22. Grieta de esquina, para la interpolación lineal.*

22. GRIETA DE ESQUINA	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
		B	M	H
VALOR INFERIOR	20	16.40	28.70	41.50
VALOR SUPERIOR	25	20.20	34.40	47.30
VALOR	<b>22.73</b>	18.47	<b>31.81</b>	44.67

*Fuente: Elaboración propia.*

$$\frac{X - 28.70}{34.40 - 28.70} = \frac{(22.73 - 20)}{(25 - 20)}$$

$$X = 28.70 + \frac{(22.73 - 20)}{(25 - 20)} * (34.40 - 28.70) = 31.81$$

$$X = 31.81$$

Finalmente obtenemos el valor de 31.81, verificando que el valor obtenido con los ábacos y el valor obtenido con la interpolación lineal coincide.

**Etap 2. Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m)**

- i) Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos ii). y iii).
- ii) Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

*Tabla 19: Valores deducidos ordenados de mayor a menor en la UM-05 de la sección 1.*

VALOR DEDUCIDO
31.81
16.47
10.49
9.60
2.50
1.00
6.47
2.08

*Fuente: Elaboración propia.*

- iii) Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la (Ecuación N° 01).

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \quad (\text{Ecuación N° 01})$$

Donde:

*m<sub>i</sub>*: Número máximo admisible de valores deducidos incluyendo la fracción para la unidad de muestreo i.

*HDV<sub>i</sub>*: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

Para la UM-05 de la sección uno será:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 31.81) = 7.26$$

$$m_i = 8.00$$

Entonces, de todos los valores deducidos se tomarán como máximo 8, descartando los de menor valor e incluso los menores de 2.

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

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

- i) Determine el número de valores deducidos, **q**, mayores que 2.  
Para la UM-05 de la sección 1, el número de valores deducidos “q” mayores que dos son: 31.81, 16.47, 10.49, 9.60, 6.47, 2.50, 2.08, siendo q = 7
- ii) Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- iii) Determine el CDV con **q** y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección para pavimento de concreto.
- iv) Reduzca a 2 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2 y repita las etapas i) a iii) hasta que q sea igual a 1.
- v) El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Tabla 20: Máximo valor deducido corregido (CDV) - UM-05 - sección 1.

CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	31.81	16.47	10.49	9.60	6.47	2.50	2.08	79.42	7.00	38.71
2	31.81	16.47	10.49	9.60	6.47	2.50	2.00	79.34	6.00	40.77
3	31.81	16.47	10.49	9.60	6.47	2.00	2.00	78.84	5.00	42.93
4	31.81	16.47	10.49	9.60	2.00	2.00	2.00	74.37	4.00	41.10
5	31.81	16.47	10.49	2.00	2.00	2.00	2.00	66.77	3.00	40.80
6	31.81	16.47	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	58.28	2.00	43.76
7	31.81	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	43.81	1.00	43.81

Fuente: Elaboración propia.

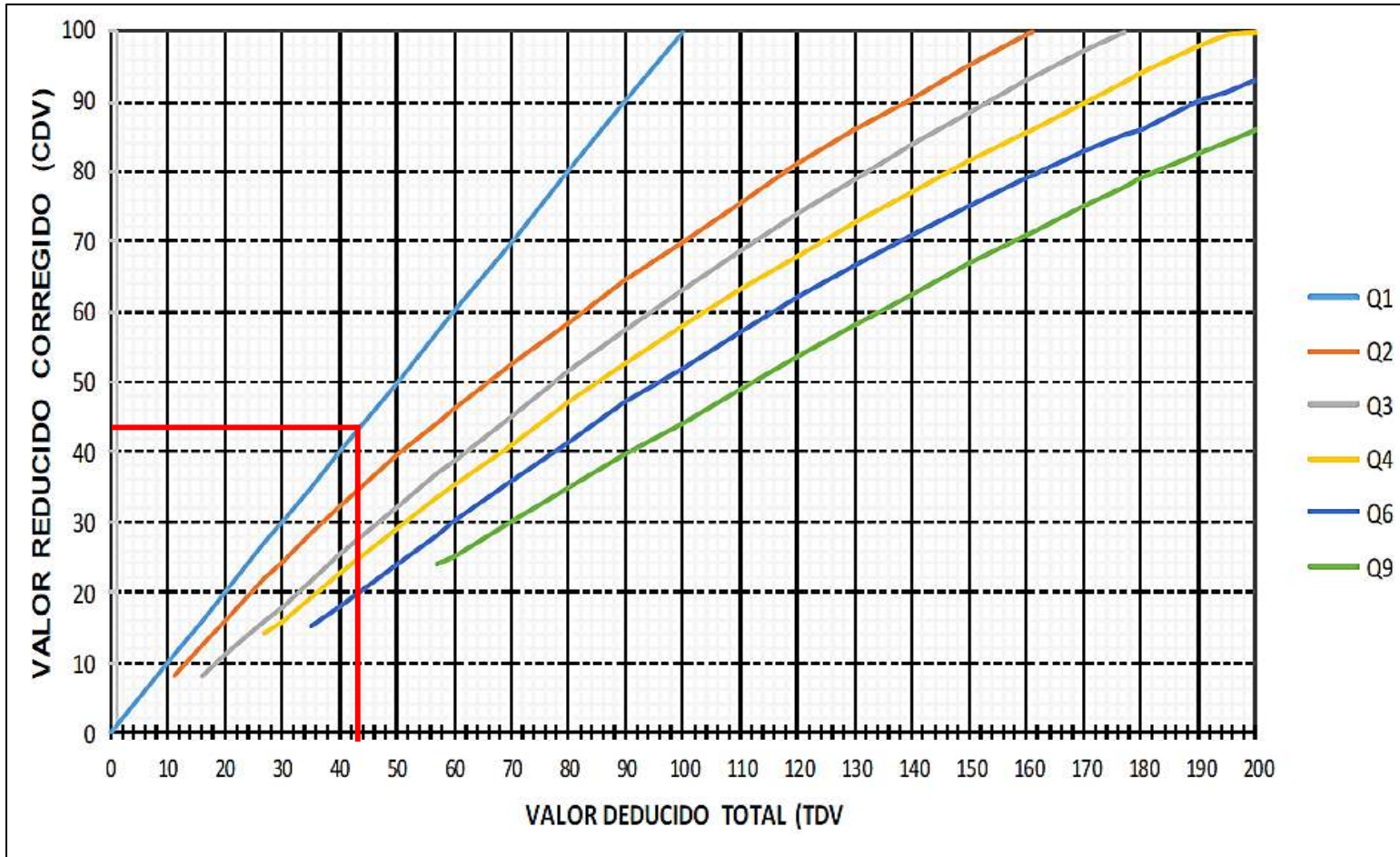


Figura 65: Curva de corrección para pavimento de concreto.

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Para el ejemplo, en la UM-05 utilizando la curva de corrección para pavimento de concreto, obtenemos 43.81 como el máximo valor deducido corregido.



- Calculamos el VALOR DEDUCIDO CORREGIDO mediante la interpolación lineal, apoyados de los valores que nos proporciona el manual del PCI ASTM D 6433-03, para pavimentos de concreto, los cuales son los valores siguientes:

*Tabla 21: Valores deducidos corregido (CDV).*

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS					
	q1	q2	q3	q4	q6	q9
0	0.0					
10	10.0					
11	11.0	8.0				
16	16.0	12.4	8			
20	20.0	16.0	11			
27	27.0	21.9	15.9	14		
30	30.0	24.5	18	16		
35	35.0	28.5	21.7	19.2	15	
40	40.0	32.0	25.4	22.5	18	
50	50.0	39.5	32	29	24	
57	57.0	44.0	36.9	33.4	28.2	24
60	60.0	46.0	38.5	35.2	30	25
70	70.0	52.5	45	41.1	36	30
80	80.0	58.5	51.4	47	41.5	35
90	90.0	64.5	57.4	52.5	47	39.5
100	100.0	70.0	63	58	52	44
110		75.5	68.5	63	57	49
120		81.0	74	67.8	62	53
130		86.0	78.9	72.5	66.5	58
140		90.5	84	77	71	62.5
150		95.0	88.4	81.5	75	67
160		99.5	93	85.5	79	71
161		100.0	93.4	86	79.4	71.4
170			97	89.6	83	75
177			100	92.6	85.1	77.8
180				94	86	79
190				98	90	82.5
195				99.5	91.5	84.3
200				100	93	86

*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03.*

Aplicamos la interpolación lineal, para el máximo valor deducido de 43.81, de la siguiente manera:

*Tabla 22: Valores deducidos corregidos seleccionados para la interpolación lineal.*

	VALOR DEDUCIDO	
VALOR INFERIOR	40	40
VALOR SUPERIOR	45	45
VALOR	<b>43.81</b>	<b>43.81</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

$$\frac{X - 40}{45 - 40} = \frac{(43.81 - 40)}{(45 - 40)}$$

$$X = 40 + \frac{(43.81 - 40)}{(45 - 40)} * (45 - 40)$$

$$X = 43.81$$

Finalmente obtenemos el valor de 43.81, verificando que el valor obtenido con los ábacos y el valor obtenido con la interpolación lineal coincide.

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

$$PCI = 100 - Max. CDV$$

Donde:

*PCI:* Índice de Condición de Pavimento.

*Max. CDV:* Máximo valor deducido corregido.

Para la UM-05 de la sección 1, teniendo un máximo valor deducido corregido de 43.81, el PCI será:

$$PCI = 100 - 43.81$$

$$PCI = 56.19$$

Teniendo una clasificación que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la evaluación de la vía en estudio (Av. San Pedro cuadra 1 hasta la cuadra 12) se consideró dos secciones, debido al cambio de número de carriles en cada sección, como se describe a continuación:

*Tabla 23: Secciones estudiadas.*

Descripción	Tramo	Unidades de muestreo	Número de losas por unidad de muestreo
Sección 1	Cuadra 1 hasta cuadra 9	11	22
Sección 2	Cuadra 10 hasta cuadra 12	9	18
<b>Total</b>		20	404

*Fuente: Elaboración propia.*

### 4.1. Análisis e interpretación de datos

#### 4.1.1. Resultados de cada unidad de muestreo.

**SECCIÓN 1:** pavimento rígido entre la cuadra 1 y cuadra 9, con una longitud total de 484.05 metros, en la cual se ha contabilizado un total de 242 losas, dividiéndolas en 11 unidades de muestreo de 22 losas cada una. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada unidad de muestreo:

- **Unidad de muestreo 01 (UM - 01) - sección 1**

*Tabla 24: descripción de fallas en la UM – 01 sección 1 y máximo valor deducido.*

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	1	1	1				3	13.64	20.00
28	B	1	1	1	1	1	1	6	27.27	13.30
28	M	1	1	1	1			4	18.18	13.80
31	M	1	1	1	1	1		5	22.73	4.00
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>										<b>20.00</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal y pulimiento de agregados, siendo la más representativa grieta lineal de severidad baja con una densidad de 27.27%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 01 sección 1 es grieta de esquina de severidad media cuyo valor deducido es 20.

Tabla 25: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 01 sección 1.

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)							
#	Valor deducido				Total	q	CDV
1	20.00	13.80	13.30	4.00	51.10	4.00	32.50
2	20.00	13.80	13.30	2.00	49.10	3.00	31.50
3	20.00	13.80	2.00	2.00	37.80	2.00	30.00
4	20.00	2.00	2.00	2.00	26.00	1.00	26.00
Máximo CDV							32.50

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 01 sección 1 es 32.50.

Tabla 26: Índice de condición del pavimento para la UM – 01 sección 1.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	32.5
PCI	100-MaxCDV
PCI	67.5
CLASIFICACIÓN	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

- El índice de condición del pavimento para la UM – 01 sección 1 es 67.5 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

- **Unidad de muestreo 02 (UM - 02) - sección 1**

*Tabla 27: descripción de fallas en la UM – 02 sección 1 y máximo valor deducido.*

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1							
22	M	1	1	1	1					4	18.18	38.50
22	H	1								1	4.55	12.00
28	B	1	1	1	1					4	18.18	9.50
28	M	1	1	1	1	1	1			6	27.27	18.50
28	H	1								1	4.55	10.00
30	M	1								1	4.55	1.00
31		1	1	1	1	1	1	1	2	8	36.36	5.50
32		1	1	1						3	13.64	2.20
37		1	1	1	1	1	1	1		7	31.82	1.50
39	M	1	1							2	9.09	3.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>												<b>38.50</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, parcheo (pequeño), pulimiento de agregados, popouts, retracción y descascaramiento de junta, siendo el más representativo pulimiento de agregados de severidad media con una densidad de 36.36%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 02 sección 1 es grieta de esquina de severidad media cuyo valor deducido es 38.50.

Tabla 28: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 02 sección 1.

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	38.50	18.50	12.00	10.00	9.50	5.50	3.50	97.50	7.00	47.50
2	38.50	18.50	12.00	10.00	9.50	5.50	2.00	96.00	6.00	49.50
3	38.50	18.50	12.00	10.00	9.50	2.00	2.00	92.50	5.00	50.00
4	38.50	18.50	12.00	10.00	2.00	2.00	2.00	85.00	4.00	49.00
5	38.50	18.50	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00	77.00	3.00	49.00
6	38.50	18.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	67.00	2.00	49.50
7	38.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.50	1.00	50.50
Máximo CDV										50.50

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 02 sección 1 es 50.50.

Tabla 29: Índice de condición del pavimento para la UM – 02 sección 1.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	50.50
PCI	100-MaxCDV
PCI	49.50
CLASIFICACIÓN	<b>REGULAR</b>

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición del pavimento para la UM – 02 sección 1 es 49.50 que corresponde a una condición de pavimento REGULAR.

- **Unidad de muestreo 03 (UM - 03) - sección 1**

*Tabla 30: descripción de fallas en la UM – 03 sección 1 y máximo valor deducido.*

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1						
22	M	1	1	1	1				4	18.18	38.50
31	H	1	1	1	1	1	1	11	17	77.27	8.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>38.50</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina y pulimiento de agregados, siendo el más representativo pulimiento de agregados de severidad media con una densidad de 77.27%.
- La falla con mayor incidencia en la UM – 03 sección 1 es grieta de esquina de severidad media cuyo valor deducido es 38.50.

*Tabla 31: Máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 03 sección 1.*

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	38.50	18.50						47.00	2.00	37.00
2	38.50	2.00						40.50	1.00	40.50
Máximo CDV										40.50

*Fuente: Elaboración propia.*

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 03 sección 1 es 40.50.

*Tabla 32: Índice de condición del pavimento para la UM – 03 sección 1.*

<b>CÁLCULO DEL PCI</b>	
Máximo CDV	40.50
PCI	100-MaxCDV
PCI	59.5
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>BUENO</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

El índice de condición del pavimento para la UM – 03 sección 1 es 59.5 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

- **Unidad de muestreo 04 (UM - 04) - sección 1**

Tabla 33: descripción de fallas en la UM – 04 sección 1 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1	1	1	1			
22	B	1	1	1	1	1			5	22.73	19.50
28	B	1	1	1	1	1	1	3	9	40.91	17.50
28	M	1	1	1	1				4	18.18	13.50
30	M	1							1	4.55	1.00
31		1	1	1	1	1	1	12	18	81.82	9.00
32		1	1						2	9.09	1.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>19.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, pulimiento de agregados y popouts, siendo el más representativo pulimiento de agregados de severidad media con una densidad de 81.82%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 04 sección 1 es grieta de esquina de severidad baja cuyo valor deducido es 19.50.

Tabla 34: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 04 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	19.50	17.50	9.00	13.50				59.50	4.00	34.50
2	19.50	17.50	9.00	2.00				48.00	3.00	31.00
3	19.50	17.50	2.00	2.00				41.00	2.00	32.50
4	19.50	2.00	2.00	2.00				25.50	1.00	25.50
<b>Máximo CDV</b>										<b>34.50</b>

Fuente: Elaboración propia.



- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 04 sección 1 es 34.50.

Tabla 35: Índice de condición del pavimento para la UM – 04 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL PCI</b>	
Máximo CDV	34.50
PCI	100-MaxCDV
PCI	65.5
CLASIFICACIÓN	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición del pavimento para la UM – 04 sección 1 es 65.5 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

- **Unidad de muestreo 05 (UM - 05) - sección 1**

Tabla 36: descripción de fallas en la UM – 05 sección 1 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1	1	1	1	2			
22	M	1	1	1	1	1				5	22.73	31.81
28	B	1	1	1	1	1	1	1	2	8	36.36	16.47
28	M	1	1	1						3	13.64	10.49
28	H	1								1	4.55	9.60
29	M	1								1	4.55	2.50
30	M	1								1	4.55	1.00
31		1	1	1	1	1	1	1	3	9	40.91	6.47
32		1	1	1						3	13.64	2.08
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>												<b>31.81</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, parche grande, parche pequeño, pulimiento de agregados y popouts, siendo el más representativo pulimiento de agregados de severidad media con una densidad de 40.91%.

- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 05 sección 1 es grieta de esquina de severidad media cuyo valor deducido es 31.81.

Tabla 37: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 05 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	31.81	16.47	10.49	9.60	6.47	2.50	2.08	79.42	7.00	38.71
2	31.81	16.47	10.49	9.60	6.47	2.50	2.00	79.34	6.00	40.77
3	31.81	16.47	10.49	9.60	6.47	2.00	2.00	78.84	5.00	42.93
4	31.81	16.47	10.49	9.60	2.00	2.00	2.00	74.37	4.00	41.10
5	31.81	16.47	10.49	2.00	2.00	2.00	2.00	66.77	3.00	40.80
6	31.81	16.47	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	58.28	2.00	43.76
7	31.81	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	43.81	1.00	43.81
Máximo CDV										43.81

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 05 sección 1 es 43.81.

Tabla 38: Índice de condición del pavimento para la UM – 05 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL PCI</b>	
Máximo CDV	43.81
PCI	100-MaxCDV
PCI	56.19
CLASIFICACIÓN	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición del pavimento para la UM – 05 sección 1 es 56.19 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

- **Unidad de muestreo 06 (UM - 06) - sección 1**

Tabla 39: descripción de fallas en la UM – 06 sección 1 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1						
22	M	1	1	1	1				4	18.18	26.50
28	B	1	1	1	1				4	18.18	9.75
28	M	1	1	1	1	1	1	1	7	31.82	20.00
28	H	1	1						2	9.09	19.00
30	M	1							1	4.55	2.50
31		1	1	1	1	1	1	6	12	54.55	7.50
32		1	1						2	9.09	1.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>26.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, parche pequeño, pulimiento de agregados y popouts, siendo el más representativo pulimiento de agregados con una densidad de 54.55%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 06 sección 1 es grieta de esquina de severidad media cuyo valor deducido es 26.50.

Tabla 40: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 06 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	26.50	20.00	19.00	9.75	7.50	2.50		85.25	6.00	43.50
2	26.50	20.00	19.00	9.75	7.50	2.00		84.75	5.00	46.00
3	26.50	20.00	19.00	9.75	2.00	2.00		79.25	4.00	46.20
4	26.50	20.00	19.00	2.00	2.00	2.00		71.50	3.00	45.90
5	26.50	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00		54.50	2.00	42.00
6	26.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		36.50	1.00	36.50
<b>Máximo CDV</b>										<b>46.20</b>

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 06 sección 1 es 46.20.

Tabla 41: Índice de condición del pavimento para la UM – 06 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL PCI</b>	
Máximo CDV	46.20
PCI	100-MaxCDV
PCI	53.8
CLASIFICACIÓN	<b>REGULAR</b>

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición del pavimento para la UM – 06 sección 1 es 53.8 que corresponde a una condición de pavimento REGULAR.

- **Unidad de muestreo 07 (UM - 07) - sección 1**

Tabla 42: descripción de fallas en la UM – 07 sección 1 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1	1	1	1	10			
22	M	1	1	1	1	1				5	22.73	32.50
28	M	1	1	1	1	1	1			6	27.27	18.50
31	M	1	1	1	1	1	1	10		16	72.73	8.50
32	H	1	1	1						3	13.64	2.20
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>												<b>32.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, pulimiento de agregados y popouts, siendo el más representativo pulimiento de agregados de severidad media con una densidad de 72.73%.

- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 07 sección 1 es grieta de esquina de severidad media cuyo valor deducido es 32.50.

Tabla 43: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 07 sección 1.

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	32.50	18.50	8.50	2.20				61.70	4.00	35.50
2	32.50	18.50	8.50	2.00				61.50	3.00	39.50
3	32.50	18.50	2.00	2.00				55.00	2.00	42.00
4	32.50	2.00	2.00	2.00				38.50	1.00	38.50
Máximo CDV										42.00

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 07 sección 1 es 42.00.

Tabla 44: Índice de condición del pavimento para la UM – 07 sección 1.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	42.00
PCI	100-MaxCDV
PCI	58
CLASIFICACIÓN	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición del pavimento para la UM – 07 sección 1 es 58.00 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

- **Unidad de muestreo 08 (UM - 08) - sección 1**

Tabla 45: descripción de fallas en la UM – 08 sección 1 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1							
22	M	1	1	1					3	13.64	20.00
28	M	1	1	1	1	1			5	22.73	16.00
28	H	1	1	1	1				4	18.18	28.00
31		1	1	1	1	1	1	3	9	40.91	6.50
39	H	1	1						2	9.09	14.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>28.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, pulimiento de agregados y descascaramiento de junta, siendo el más representativo pulimiento de agregados de severidad media con una densidad de 40.91%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 08 sección 1 es grieta de esquina de severidad media cuyo valor deducido es 28.00.

Tabla 46: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 08 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	28.00	20.00	16.00	14.50	6.50			85.00	5.00	46.00
2	28.00	20.00	16.00	14.50	2.00			80.50	4.00	46.50
3	28.00	20.00	16.00	2.00	2.00			68.00	3.00	43.50
4	28.00	20.00	2.00	2.00	2.00			54.00	2.00	41.50
5	28.00	2.00	2.00	2.00	2.00			36.00	1.00	36.00
<b>Máximo CDV</b>										<b>46.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 08 sección 1 es 46.50.

Tabla 47: Índice de condición del pavimento para la UM – 08 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL PCI</b>	
Máximo CDV	46.50
PCI	100-MaxCDV
PCI	53.5
CLASIFICACIÓN	<b>REGULAR</b>

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición del pavimento para la UM – 08 sección 1 es 53.50 que corresponde a una condición de pavimento REGULAR.

- **Unidad de muestreo 09 (UM - 09) - sección 1**

Tabla 48: descripción de fallas en la UM – 09 sección 1 y máximo valor deducido.

<b>COD. DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>							<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD (%)</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
22	M	1	1	1					3	13.64	20.00
28	M	1	1	1	1	1	1		6	27.27	18.50
28	H	1	1	1	1	1			5	22.73	31.50
31		1	1	1	1				4	18.18	3.50
32		1	1						2	9.09	1.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>31.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, pulimiento de agregados y popouts, siendo la más representativa grieta lineal de severidad media con una densidad de 27.27%.

- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 09 sección 1 es grieta de lineal de severidad alta cuyo valor deducido es 31.50.

Tabla 49: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 09 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	31.50	20.00	18.50	3.50				73.50	4.00	43.00
2	31.50	20.00	18.50	2.00				72.00	3.00	46.50
3	31.50	20.00	2.00	2.00				55.50	2.00	43.50
4	31.50	2.00	2.00	2.00				37.50	1.00	37.50
Máximo CDV										<b>46.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 09 sección 1 es 46.50.

Tabla 50: Índice de condición del pavimento para la UM – 09 sección 1.

<b>CÁLCULO DEL PCI</b>	
Máximo CDV	46.50
PCI	100-MaxCDV
PCI	53.5
CLASIFICACIÓN	<b>REGULAR</b>

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición del pavimento para la UM – 09 sección 1 es 53.50 que corresponde a una condición de pavimento REGULAR.



- **Unidad de muestreo 10 (UM - 10) - sección 1**

*Tabla 51: descripción de fallas en la UM – 10 sección 1 y máximo valor deducido.*

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	1	1						2	9.09	14.00
28	M	1	1	1	1	1	1	1	7	31.82	20.00
28	H	1	1	1	1	1			5	22.73	31.50
31		1	1	1	1	1			5	22.73	4.00
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>31.50</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal y pulimiento de agregados, siendo la más representativa grieta lineal de severidad media con una densidad de 31.82%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 10 sección 1 es grieta de lineal de severidad alta cuyo valor deducido es 31.50.

*Tabla 52: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 10 sección 1.*

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	31.50	20.00	14.00	4.00				69.50	4.00	40.50
2	31.50	20.00	14.00	2.00				67.50	3.00	43.50
3	31.50	20.00	2.00	2.00				55.50	2.00	42.50
4	31.50	2.00	2.00	2.00				37.50	1.00	37.50
<b>Máximo CDV</b>										<b>43.50</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 10 sección 1 es 43.50.

Tabla 53: Índice de condición del pavimento para la UM – 10 sección 1.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	43.50
PCI	100-MaxCDV
PCI	56.5
CLASIFICACIÓN	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición del pavimento para la UM – 10 sección 1 es 56.50 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

- **Unidad de muestreo 11 (UM - 11) – sección 1**

Tabla 54: descripción de fallas en la UM – 11 sección 1 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1							
28	B	1	1	1					3	13.64	7.50
28	M	1	1	1	1	1	1		6	27.27	18.50
31		1	1	1	1				4	18.18	3.50
32		1	1						2	9.09	1.50
39	M	1	1						2	9.09	3.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>18.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta lineal, pulimiento de agregados, popouts y descascaramiento de junta siendo la más representativa grieta lineal de severidad media con una densidad de 27.27%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 11 sección 1 es grieta de lineal de severidad media cuyo valor deducido es 18.50.

Tabla 55: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 11 sección 1.

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	18.50	7.50	3.50	3.50				33.00	4.00	18.00
2	18.50	7.50	3.50	2.00				31.50	3.00	19.50
3	18.50	7.50	2.00	2.00				30.00	2.00	24.00
4	18.50	2.00	2.00	2.00				24.50	1.00	24.50
Máximo CDV										24.50

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 11 sección 1 es 24.50.

Tabla 56: Índice de condición del pavimento para la UM – 11 sección 1.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	24.50
PCI	100-MaxCDV
PCI	75.5
CLASIFICACIÓN	<b>MUY BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición del pavimento para la UM – 11 sección 1 es 75.50 que corresponde a una condición de pavimento MUY BUENO.

**SECCIÓN 2:** pavimento rígido entre la cuadra 10 y cuadra 12, con una longitud total de 201.26 metros, en la cual se ha contabilizado un total de 162 losas, dividiéndolas en 9 unidades de muestreo de 18 losas cada una. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada unidad de muestreo:

- **Unidad de muestreo 01 (UM - 01) – sección 2**

*Tabla 57: descripción de fallas en la UM – 01 sección 2 y máximo valor deducido.*

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1						
28	B	1	1	1				3	16.67	9.00
28	M	1	1	1	1	1		5	27.78	18.50
31		1	1	1	1	1		5	27.78	4.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>										<b>18.50</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta lineal y pulimiento de agregados, siendo la más representativa grieta lineal de severidad media y pulimiento de agregados con una densidad de 27.78% cada una.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 01 sección 2 es grieta lineal de severidad media cuyo valor deducido es 18.50.

*Tabla 58: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 01 sección 2.*

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>							
#	Valor deducido				Total	q	CDV
1	18.50	9.00	4.50		32.00	3.00	21.00
2	18.50	9.00	2.00		29.50	2.00	23.50
3	18.50	2.00	2.00		22.50	1.00	22.50
<b>Máximo CDV</b>							<b>23.50</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 01 sección 2 es 23.50.

Tabla 59: Índice de condición del pavimento para la UM – 01 sección 2.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	23.50
PCI	100-MaxCDV
PCI	76.5
CLASIFICACIÓN	<b>MUY BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

- El índice de condición del pavimento para la UM – 01 sección 2 es 76.5 que corresponde a una condición de pavimento MUY BUENO.

- **Unidad de muestreo 02 (UM - 02) – sección 2**

Tabla 60: descripción de fallas en la UM – 02 sección 2 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1	1	1	1			
28	B	1	1	1	1	1			5	27.78	13.50
28	M	1	1	1	1	1	1		6	33.33	21.00
31		1	1	1	1	1	1	4	10	55.56	7.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>21.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta lineal y pulimiento de agregados, siendo el más representativo pulimiento de agregados con una densidad de 55.56%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 02 sección 2 es grieta lineal de severidad media cuyo valor deducido es 21.00.

Tabla 61: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 02 sección 2.

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)							
#	Valor deducido				Total	q	CDV
1	21.00	13.50	7.50		42.00	3.00	27.00
2	21.00	13.50	2.00		36.50	2.00	28.00
3	21.00	2.00	2.00		25.00	1.00	25.00
Máximo CDV							28.00

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 02 sección 2 es 28.00.

Tabla 62: Índice de condición del pavimento para la UM – 02 sección 2.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	28.00
PCI	100-MaxCDV
PCI	72
CLASIFICACIÓN	<b>MUY BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

- El índice de condición del pavimento para la UM – 02 sección 2 es 72 que corresponde a una condición de pavimento MUY BUENO.

- **Unidad de muestreo 03 (UM - 03) – sección 2**

Tabla 63: descripción de fallas en la UM – 03 sección 2 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1	1	1	1			
28	B	1	1	1	1	1	1	1	7	38.89	16.70
28	M	1	1						2	11.11	9.00
31		1	1	1	1	1	1	3	9	50.00	6.70
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO											<b>16.70</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta lineal y pulimiento de agregados, siendo el más representativo pulimiento de agregados con una densidad de 50.00%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 03 sección 2 es grieta lineal de severidad baja cuyo valor deducido es 16.70.

*Tabla 64: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 03 sección 2.*

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>							
#	Valor deducido				Total	q	CDV
1	16.70	9.00	6.70		32.40	3.00	20.00
2	16.70	9.00	2.00		27.70	2.00	22.00
3	16.70	2.00	2.00		20.70	1.00	20.70
Máximo CDV							22.00

*Fuente: Elaboración propia.*

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 03 sección 2 es 22.00.

*Tabla 65: Índice de condición del pavimento para la UM – 03 sección 2.*

<b>CÁLCULO DEL PCI</b>	
Máximo CDV	22.00
PCI	100-MaxCDV
PCI	78
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MUY BUENO</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- El índice de condición del pavimento para la UM – 03 sección 2 es 78 que corresponde a una condición de pavimento MUY BUENO.

- **Unidad de muestreo 04 (UM - 04) – sección 2**

Tabla 66: descripción de fallas en la UM – 04 sección 2 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1	1	1	2			
28	B	1	1	1	1	1	1	2	8	44.44	18.40
28	M	1	1	1	1	1			5	27.78	18.70
31		1	1	1	1	1	1	7	13	72.22	8.00
32		1	1						2	11.11	1.70
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>18.70</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta lineal, pulimiento de agregados y popouts, siendo el más representativo pulimiento de agregados con una densidad de 72.22%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 04 sección 2 es grieta lineal de severidad media cuyo valor deducido es 18.70.

Tabla 67: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 04 sección 2.

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>							
#	Valor deducido				Total	q	CDV
1	18.70	18.40	8.00		45.10	3.00	28.50
2	18.70	18.40	2.00		39.10	2.00	31.50
3	18.70	2.00	2.00		22.70	1.00	22.70
Máximo CDV							31.50

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 04 sección 2 es 31.50.



Tabla 68: Índice de condición del pavimento para la UM – 04 sección 2.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	31.50
PCI	100-MaxCDV
PCI	68.5
CLASIFICACIÓN	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

- El índice de condición del pavimento para la UM – 04 sección 2 es 68.5 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

- **Unidad de muestreo 05 (UM - 05) – sección 2**

Tabla 69: descripción de fallas en la UM – 05 sección 2 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1	1	1	2			
28	B	1	1	1	1	1	1	2	8	44.44	18.40
28	M	1	1	1	1	1	1		6	33.33	21.50
28	H	1							1	5.56	12.00
31		1	1	1	1	1	1	6	12	66.67	7.70
32		1	1	1	1				4	22.22	3.40
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>21.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta lineal, pulimiento de agregados y popouts, siendo el más representativo pulimiento de agregados con una densidad de 66.67%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 05 sección 2 es grieta lineal de severidad media cuyo valor deducido es 21.50.

Tabla 70: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 05 sección 2.

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	21.50	18.40	12.00	7.70	3.40			63.00	5.00	34.00
2	21.50	18.40	12.00	7.70	2.00			61.60	4.00	35.50
3	21.50	18.40	12.00	2.00	2.00			55.90	3.00	36.00
4	21.50	18.40	2.00	2.00	2.00			45.90	2.00	36.00
5	21.50	2.00	2.00	2.00	2.00			29.50	1.00	29.50
Máximo CDV										36.00

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 05 sección 2 es 36.00.

Tabla 71: Índice de condición del pavimento para la UM – 05 sección 2.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	36.00
PCI	100-MaxCDV
PCI	64
CLASIFICACIÓN	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

- El índice de condición del pavimento para la UM – 05 sección 2 es 64.00 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

- **Unidad de muestreo 06 (UM - 06) – sección 2**

Tabla 72: descripción de fallas en la UM – 06 sección 2 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1	1	1	1	2			
28	B	1	1	1	1	1	1	2	8	44.44	18.40
28	M	1	1	1	1				4	22.22	16.00
28	H	1							1	5.56	12.00
31		1	1	1	1	1	1	1	7	38.89	6.00
32		1	1						2	11.11	2.15
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>18.40</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta lineal, pulimientado de agregados y popouts, siendo la más representativa grieta lineal con una densidad de 44.44%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 06 sección 2 es grieta lineal de severidad baja cuyo valor deducido es 18.40.

Tabla 73: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 06 sección 2.

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)										
#	Valor deducido						Total	q	CDV	
1	18.40	16.00	12.00	6.00	2.15		54.55	5.00	29.00	
2	18.40	16.00	12.00	6.00	2.00		54.40	4.00	31.50	
3	18.40	16.00	12.00	2.00	2.00		50.40	3.00	32.20	
4	18.40	16.00	2.00	2.00	2.00		40.40	2.00	32.00	
5	18.40	2.00	2.00	2.00	2.00		26.40	1.00	26.40	
<b>Máximo CDV</b>									<b>32.20</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 06 sección 2 es 32.20.

Tabla 74: Índice de condición del pavimento para la UM – 06 sección 2.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	32.20
PCI	100-MaxCDV
PCI	67.8
CLASIFICACIÓN	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

- El índice de condición del pavimento para la UM – 06 sección 2 es 67.8 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.
- **Unidad de muestreo 07 (UM - 07) – sección 2**

Tabla 75: descripción de fallas en la UM – 07 sección 2 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1								
22	M	1	1						2	11.11	17.00
28	B	1	1	1	1	1	1	1	7	38.89	16.70
28	M	1	1	1	1	1			5	27.78	18.70
28	H	1	1						2	11.11	21.00
31		1	1	1	1	1	1	2	8	44.44	6.70
32		1	1						2	11.11	1.70
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>21.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, pulimiento de agregados y popouts, siendo el más representativo pulimiento de agregados con una densidad de 44.44%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 07 sección 2 es grieta lineal de severidad alta cuyo valor deducido es 21.00.

Tabla 76: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 07 sección 2.

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	21.00	18.70	17.00	16.70	6.70			80.10	5.00	43.50
2	21.00	18.70	17.00	16.70	2.00			75.40	4.00	44.00
3	21.00	18.70	17.00	2.00	2.00			60.70	3.00	39.00
4	21.00	18.70	2.00	2.00	2.00			45.70	2.00	35.50
5	21.00	2.00	2.00	2.00	2.00			29.00	1.00	29.00
Máximo CDV										44.00

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 07 sección 2 es 44.00.

Tabla 77: Índice de condición del pavimento para la UM – 07 sección 2.

<b>CÁLCULO DEL PCI</b>	
Máximo CDV	44.00
PCI	100-MaxCDV
PCI	56
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

- El índice de condición del pavimento para la UM – 07 sección 2 es 56.00 que corresponde a una condición de pavimento BUENO.

- **Unidad de muestreo 08 (UM - 08) – sección 2**

Tabla 78: descripción de fallas en la UM – 08 sección 2 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1								
22	M	1	1						2	11.11	17.00
22	H	1	1						2	11.11	27.00
28	B	1	1	1	1	1			5	27.78	13.50
28	M	1	1	1					3	16.67	12.70
28	H	1							1	5.56	12.00
31		1	1	1	1	1	1	2	8	44.44	6.70
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>27.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, y pulimiento de agregados, siendo el más representativo pulimiento de agregados con una densidad de 44.44%.
- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 08 sección 2 es grieta de esquina de severidad alta cuyo valor deducido es 27.00.

Tabla 79: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 08 sección 2.

<b>CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	27.00	17.00	13.50	12.70	12.00	6.70		88.90	6.00	45.50
2	27.00	17.00	13.50	12.70	12.00	2.00		84.20	5.00	46.00
3	27.00	17.00	13.50	12.70	2.00	2.00		74.20	4.00	43.00
4	27.00	17.00	13.50	2.00	2.00	2.00		63.50	3.00	41.00
5	27.00	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00		52.00	2.00	40.00
6	27.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		37.00	1.00	37.00
<b>Máximo CDV</b>										<b>46.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 08 sección 2 es 46.00.

Tabla 80: Índice de condición del pavimento para la UM – 08 sección 2.

<b>CÁLCULO DEL PCI</b>	
Máximo CDV	46.00
PCI	100-MaxCDV
PCI	54
CLASIFICACIÓN	<b>REGULAR</b>

Fuente: Elaboración propia.

- El índice de condición del pavimento para la UM – 08 sección 2 es 54.00 que corresponde a una condición de pavimento REGULAR.

- **Unidad de muestreo 09 (UM - 09) – sección 2**

Tabla 81: descripción de fallas en la UM – 09 sección 2 y máximo valor deducido.

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		1	1	1							
22	M	1	1	1					3	16.67	24.00
22	H	1	1	1					3	16.67	36.00
28	B	1	1	1	1				4	22.22	11.70
28	M	1	1	1	1	1			5	27.78	18.50
31		1	1	1	1	1	1	4	10	55.56	7.50
<b>MÁXIMO VALOR DEDUCIDO</b>											<b>36.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

- En esta unidad de muestreo se han encontrado las fallas: grieta de esquina, grieta lineal, y pulimiento de agregados, siendo el más representativo pulimiento de agregados con una densidad de 55.56%.

- La falla que tiene mayor incidencia sobre la condición del pavimento en la UM – 09 sección 2 es grieta de esquina de severidad alta cuyo valor deducido es 36.00.

Tabla 82: cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) en la UM – 09 sección 2.

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)									
#	Valor deducido						Total	q	CDV
1	36.00	24.00	18.50	11.70	7.50		97.70	5.00	53.00
2	36.00	24.00	18.50	11.70	2.00		92.20	4.00	52.80
3	36.00	24.00	18.50	2.00	2.00		82.50	3.00	52.50
4	36.00	24.00	2.00	2.00	2.00		66.00	2.00	49.00
5	36.00	2.00	2.00	2.00	2.00		44.00	1.00	44.00
Máximo CDV									53.00

Fuente: Elaboración propia.

- De acuerdo a las curvas para pavimentos de concreto el máximo valor deducido corregido para la UM – 09 sección 2 es 53.00.

Tabla 83: Índice de condición del pavimento para la UM – 09 sección 2.

CÁLCULO DEL PCI	
Máximo CDV	53.00
PCI	100-MaxCDV
PCI	47
CLASIFICACIÓN	<b>REGULAR</b>

Fuente: Elaboración propia.

- El índice de condición del pavimento para la UM – 09 sección 2 es 47.00 que corresponde a una condición de pavimento REGULAR.



#### 4.1.2. Resumen de fallas encontradas en la vía de estudio.

##### 4.1.2.1. Cantidad de fallas por unidad de muestreo – sección 1

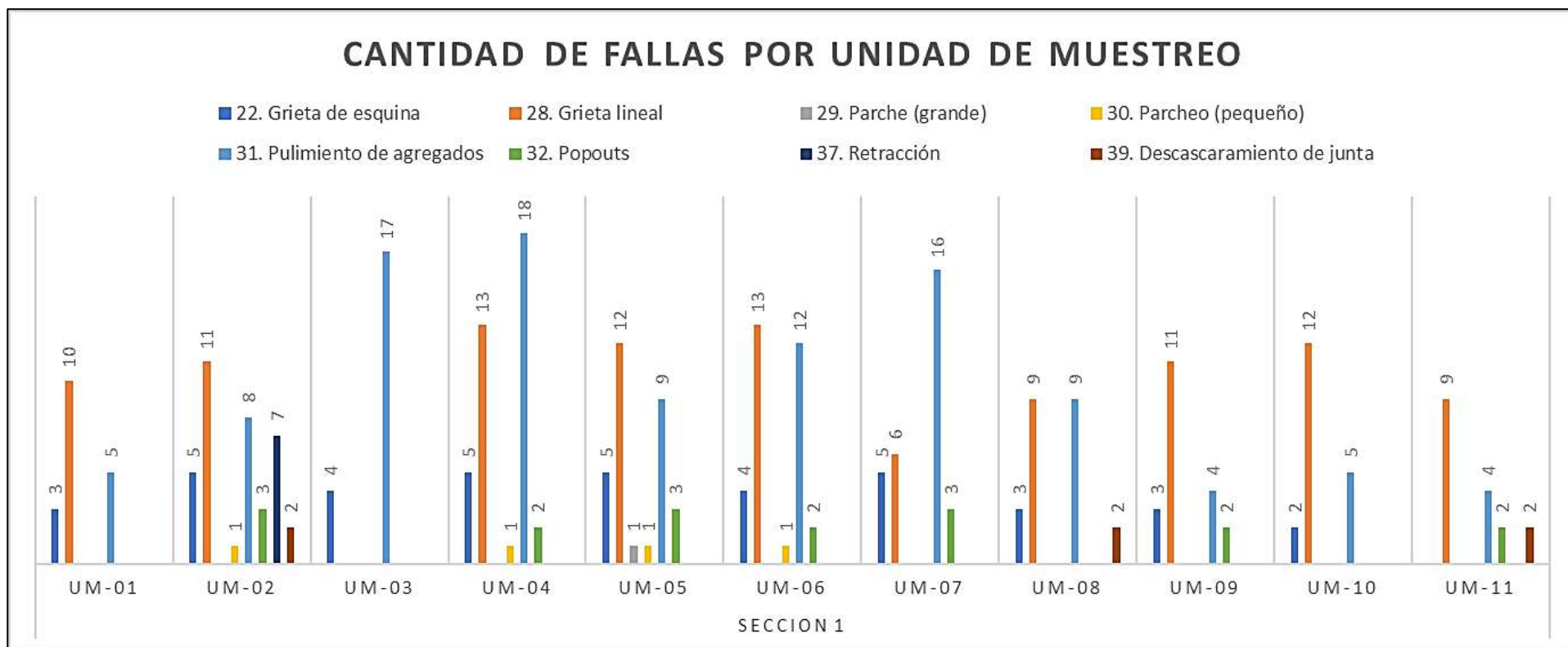


Figura 66: Cantidad de fallas por unidad de muestreo – sección 1.

Fuente: Elaboración propia

- Se observa que la unidad de muestreo 02 (UM-02), es la que presenta mayor variedad de fallas con 7 tipos de fallas, mientras que la unidad de muestreo 03 (UM-03) presenta menor cantidad, con 2 tipos de fallas.

#### 4.1.2.2. Cantidad de fallas por unidad de muestreo – sección 2

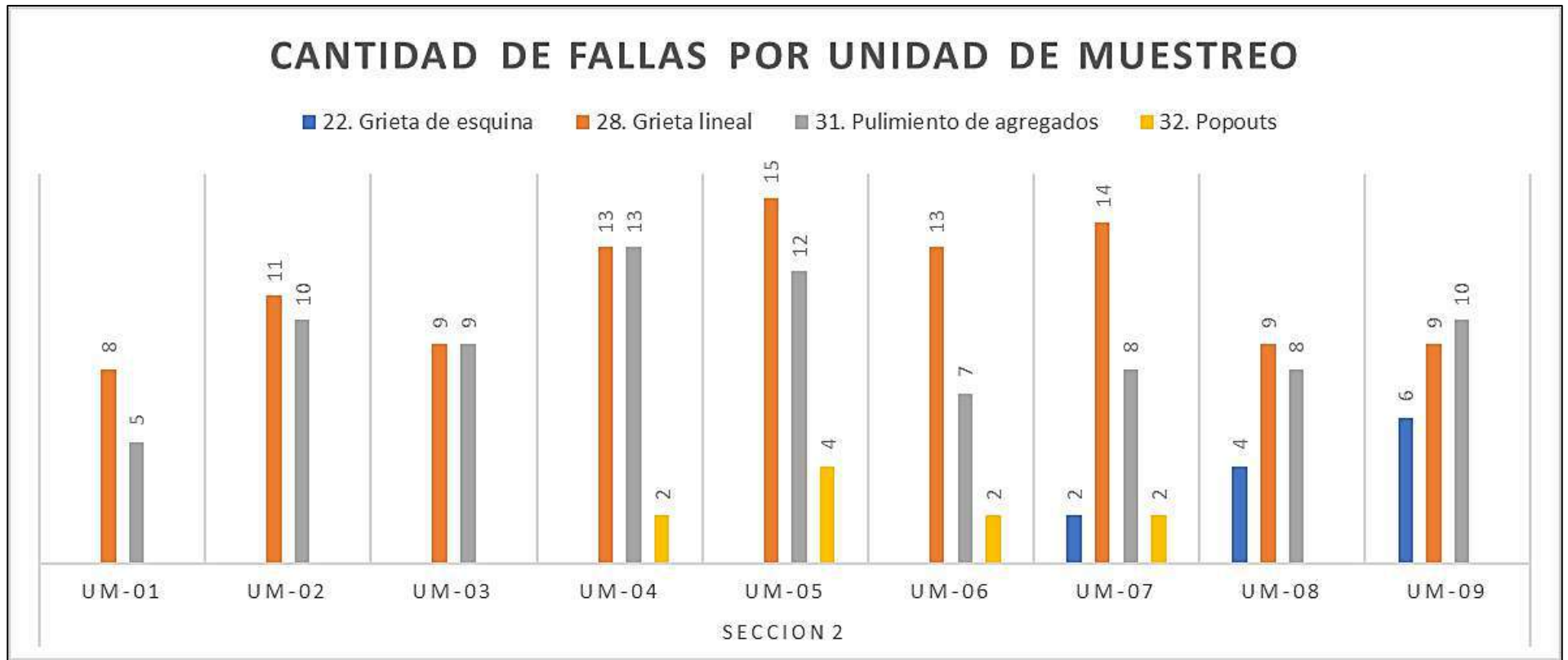


Figura 67: Cantidad de fallas por unidad de muestreo – sección 2.

Fuente: Elaboración propia

- Se observa que la unidad de muestreo 07 (UM-07), es la que presenta mayor variedad de fallas con 4 tipos de fallas, mientras que la unidad de muestreo 01 (UM-01), unidad de muestreo 02 (UM-02) y unidad de muestreo 03 (UM-03) presenta menor cantidad, con 2 tipos de fallas cada una.

#### 4.1.2.3. Cantidad total de fallas encontradas en la sección 1

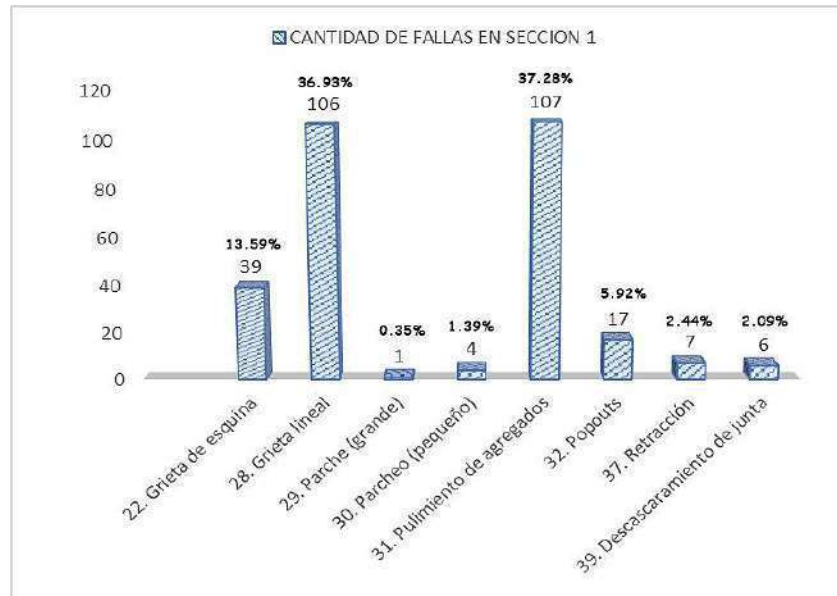


Figura 68: Figura 066: Cantidad de fallas en la sección 1.

Fuente: Elaboración propia

- Se observa que el pulimiento de agregados es la falla más representativa en la sección 1, con 107 fallas observadas una incidencia del 37.28%, mientras que el parche grande es la falla en menor cantidad con 1 falla observada y una incidencia de 0.35%.

#### 4.1.2.4. Cantidad total de fallas encontradas en la sección 2

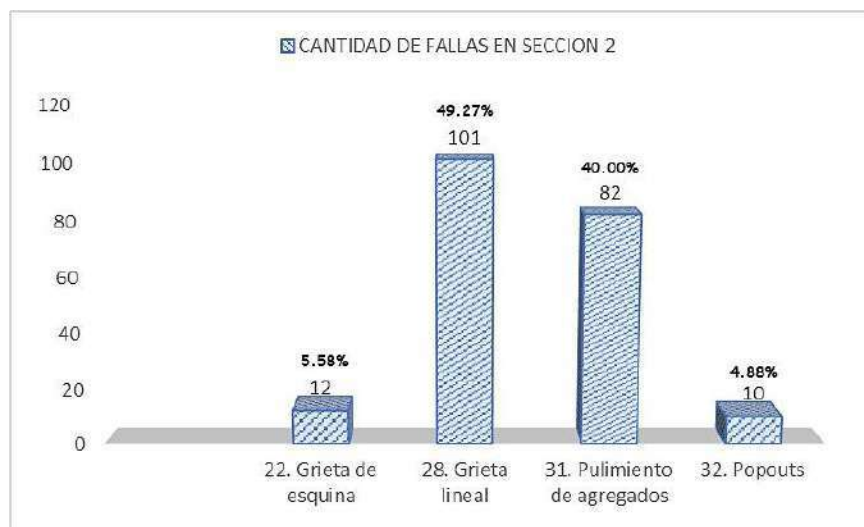


Figura 69: Cantidad de fallas en la sección 2.

Fuente: Elaboración propia

- Se observa que la grieta lineal es la falla más representativa en la sección 2, con 101 fallas observadas y una incidencia del 49.27%, mientras que popouts es la falla en menor cantidad con 10 fallas observadas y una incidencia de 4.88%.

#### 4.1.2.5. Cantidad total de fallas encontradas en toda la vía de estudio

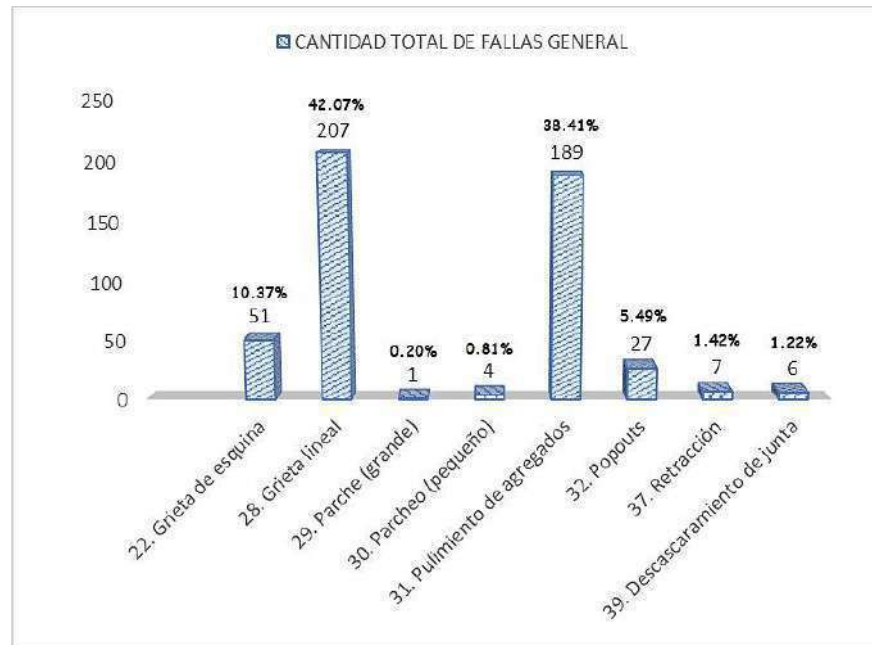


Figura 70: Cantidad total de fallas en general.

Fuente: Elaboración propia

- Se observa que la grieta lineal es la falla más representativa en toda la vía de estudio, con 207 fallas observadas y una incidencia de 42.07%, mientras que el parche grande es la falla en menor cantidad con 1 falla observada y una incidencia de 0.20%.

#### 4.1.3. Resumen del valor del PCI obtenido en cada una de las unidades de muestreo.

A continuación, se muestran los valores del PCI obtenido en cada una de las unidades de muestreo de las secciones de la vía estudiada, como también el valor del PCI resultante en cada sección y en la vía en general.

Tabla 84: Valores del PCI en las unidades de muestreo de la sección 1.

Sección 1						
Unidad de muestreo	Progresiva inicio	Progresiva fin	Longitud (m)	Número de losas	PCI obtenido	Clasificación
UM-01	0+000.00	0+043.98	43.98	22	67.50	BUENO
UM-02	0+043.98	0+087.50	43.52	22	49.50	REGULAR
UM-03	0+087.50	0+131.52	44.02	22	59.50	BUENO
UM-04	0+131.52	0+173.79	42.27	22	65.50	BUENO
UM-05	0+173.79	0+217.82	44.03	22	56.19	BUENO
UM-06	0+217.82	0+263.33	45.51	22	53.80	REGULAR
UM-07	0+263.33	0+307.66	44.33	22	58.00	BUENO
UM-08	0+307.66	0+351.04	43.38	22	53.50	REGULAR
UM-09	0+351.04	0+395.36	44.32	22	53.50	REGULAR
UM-10	0+395.36	0+439.36	44.00	22	56.50	BUENO
UM-11	0+439.36	0+484.05	44.69	22	75.50	MUY BUENO
<b>Valor del PCI de la sección</b>					<b>59.00</b>	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 85: Valores del PCI en las unidades de muestreo de la sección 2.

Sección 2						
Unidad de muestreo	Progresiva inicio	Progresiva fin	Longitud (m)	Número de losas	PCI obtenido	Clasificación
UM-01	0+484.05	0+505.65	21.60	18	76.50	MUY BUENO
UM-02	0+505.65	0+527.25	21.60	18	72.00	MUY BUENO
UM-03	0+527.25	0+547.50	20.25	18	78.00	MUY BUENO
UM-04	0+547.50	0+572.40	24.90	18	68.50	BUENO
UM-05	0+572.40	0+597.30	24.90	18	64.00	BUENO
UM-06	0+597.30	0+622.20	24.90	18	67.80	BUENO
UM-07	0+622.20	0+645.58	23.38	18	56.00	BUENO
UM-08	0+645.58	0+664.61	19.03	18	54.00	REGULAR
UM-09	0+664.61	0+685.31	20.70	18	47.00	REGULAR
<b>Valor del PCI de la sección</b>					<b>64.87</b>	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que en la sección 1 el valor obtenido del PCI es de 59.00 teniendo una clasificación de pavimento BUENO, de igual manera en la sección 2 el PCI resultante es de 64.87 teniendo una clasificación de pavimento BUENO, por la que en general la clasificación de pavimento de la vía de estudio es BUENO, con un PCI promedio de 61.94%.

En las unidades de muestreo estudiadas se puede observar que se obtuvieron clasificaciones de pavimento regular, bueno y muy bueno.

En la UM-03 de la sección de estudio número 2 se obtuvo un valor del PCI de 78.0 teniendo una clasificación de pavimento MUY BUENO, siendo esta unidad de muestreo la que se encuentra en mejores condiciones de toda la vía de estudio, mientras que en la UM-09 de la sección de estudio número 2 se obtuvo un valor del PCI de 47.0 teniendo una clasificación de pavimento REGULAR, siendo esta unidad de muestreo la que se encuentra en condiciones más deterioradas de toda la vía de estudio.

## **4.2. Contrastación de hipótesis**

### **4.2.1. Hipótesis general**

Una vez concluido el estudio se afirma que la hipótesis planteada inicialmente es falsa, ya que el estado de condición del pavimento rígido de la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas es BUENO, y no REGULAR como se planteó en primera instancia.

### **4.2.2. Hipótesis específicas**

- De acuerdo al estudio realizado se obtiene que la primera hipótesis específica es falsa, puesto que el índice de condición del pavimento de toda la vía de estudio es 61.94 y no 45 como se planteó en primera instancia.
- de acuerdo al estudio realizado se obtiene que la segunda hipótesis específica es verdadero, puesto que las fallas encontradas con mayor frecuencia en el pavimento rígido de la vía de estudio son grieta lineal y pulimiento de agregados, tal y como se planteó inicialmente.

### **4.3. Discusión**

- Concluida la evaluación del pavimento rígido en la Av. San Pedro mediante el método del PCI, desde la cuadra 1 hasta la cuadra 12 se ha obtenido un Índice de Condición del Pavimento promedio de 61.94%, con una clasificación de pavimento BUENO, indicando así que el pavimento se encuentra en buenas condiciones, pero que, debido a que algunas unidades de muestreo arrojaron clasificación del pavimento REGULAR, se deben realizar trabajos de mantenimiento rutinario preventivo antes que el pavimento se deteriore aún más.
- Teniendo en cuenta que el pavimento es nuevo, pues su construcción se realizó en el año 2018, se han identificado fallas que pueden ser producto de un mal proceso constructivo, o que el pavimento no sea adecuado para el tránsito de vehículos pesados.
- De acuerdo a los datos resultantes de los formatos de evaluación se observa que las fallas encontradas con mayor incidencia en las unidades de muestreo son:
  - ✓ 28. Grieta lineal, con una incidencia de 42.07%, lo que produce comúnmente por variaciones de temperatura, un curado deficiente del concreto y/o asentamiento de la sub rasante, esto producto de una mala compactación y/o presencia de humedad.
  - ✓ 31. Pulimiento de agregados, con una incidencia de 38.41%, esto debido a un deficiente proceso constructivo o al uso de agregados de mala calidad.
  - ✓ 22. Grieta de esquina, con una incidencia de 10.37%, esto debido al asentamiento de la sub rasante producto de una mala compactación o presencia de humedad.

### **4.4. Mediadas planteadas como alternativas de solución a las fallas encontradas en cada una de las unidades de muestreo.**

La alternativa de solución planteada para cada tipo de falla identificada en las diferentes unidades de muestreo ha sido obtenida del Manual PCI, ASTM D 6433-03, las cuales se describen continuación:

- **SECCION 1:**
  - ✓ **UM-01**
    - **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
    - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
    - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
    - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - ✓ **UM-02**
    - **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
    - **22. Grieta de esquina (H):** Parcheo profundo.
    - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
    - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
    - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.
    - **30. Parcheo (pequeño) (M):** No se hace nada. Reemplazo del  
parche.
    - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
    - **32. Popouts:** No se hace nada.
    - **37. Retracción:** No se hace nada.
    - **39. Descascaramiento de junta (M):** Parcheo parcial.
  - ✓ **UM-03**
    - **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
    - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - ✓ **UM-04**
    - **22. Grieta de esquina (B):** No se hace nada.
    - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
    - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
    - **30. Parcheo (pequeño) (M):** No se hace nada. Reemplazo del  
parche.



- **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - **32. Popouts:** No se hace nada.
- ✓ **UM-05**
- **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
  - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
  - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.
  - **29. Parche (grande) (M):** Sellado de grietas. Reemplazo del  
parche.
  - **30. Parcheo (pequeño) (M):** No se hace nada. Reemplazo del  
parche.
  - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - **32. Popouts:** No se hace nada.
- ✓ **UM-06**
- **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
  - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
  - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.
  - **30. Parcheo (pequeño) (M):** No se hace nada. Reemplazo del  
parche.
  - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - **32. Popouts:** No se hace nada.
- ✓ **UM-07**
- **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.

- **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
- **32. Popouts:** No se hace nada.
- ✓ **UM-08**
  - **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
  - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.
  - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - **39. Descascaramiento de junta (H):** Parcheo parcial.  
Reconstrucción de la junta.
- ✓ **UM-09**
  - **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
  - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.
  - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - **32. Popouts:** No se hace nada.
- ✓ **UM-10**
  - **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
  - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.
  - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
- ✓ **UM-11**
  - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.

- **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
- **39. Descascaramiento de junta (M):** Parcheo parcial.
- **SECCION 2:**
  - ✓ **UM-01**
    - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
    - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
    - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - ✓ **UM-02**
    - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
    - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
    - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - ✓ **UM-03**
    - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
    - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
    - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - ✓ **UM-04**
    - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
    - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
    - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
    - **32. Popouts:** No se hace nada.
  - ✓ **UM-05**
    - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
    - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
    - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.

- **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
- **32. Popouts:** No se hace nada.
- ✓ **UM-06**
  - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
  - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.
  - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - **32. Popouts:** No se hace nada.
- ✓ **UM-07**
  - **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
  - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
  - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.
  - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
  - **32. Popouts:** No se hace nada.
- ✓ **UM-08**
  - **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
  - **22. Grieta de esquina (H):** Parcheo profundo.
  - **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
  - **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
  - **28. Grieta lineal (H):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.  
Reemplazo de la losa.
  - **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.
- ✓ **UM-09**
  - **22. Grieta de esquina (M):** Sellado de grietas. Parcheo profundo.

- **22. Grieta de esquina (H):** Parcheo profundo.
- **28. Grieta lineal (B):** No se hace nada.
- **28. Grieta lineal (M):** Sellado de grietas.
- **31. Pulimiento de agregados:** Ranurado de la superficie.  
Sobrecarpeta.

De acuerdo a todas las fallas identificadas en cada una de las unidades de muestreo de las secciones 1 y 2 de la vía de estudio, teniendo clasificación de regular a bueno se debería realizar un mantenimiento rutinario, a fin de restaurar las fallas tipo parche y grietas aplicando un parcheo superficial.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Habiéndose concluido el trabajo de investigación se concluye que el índice de condición del pavimento rígido de la Av. San Pedro desde la cuadra 1 a la cuadra 12 mediante el método del PCI es de 61.94%, con una clasificación de pavimento BUENO
- Se realizó el levantamiento topográfico desde la cuadra 1 hasta la cuadra 12 de la Av. San Pedro, donde se verificó que tiene una topografía plana cuyas cotas de terreno varían desde 458.67 m.s.n.m. hasta 460.22 m.s.n.m., encontrando desde la cuadra 1 hasta cuadra 9 un ancho promedio de calzada de 6.80 metros correspondiente a la sección 1 (progresiva 0+000 hasta la progresiva 0+484.05), y desde la cuadra 10 hasta la cuadra 12 un ancho promedio de calzada de 10.20 metros correspondiente a la sección 2 (progresiva 0+484.05 hasta la progresiva 0+685.31).
- El valor del PCI obtenido en toda la vía de estudio es de 61.94%, lo que indica que la vía en estudio está en buenas condiciones. Obteniendo también, específicamente, en la sección 1 un PCI de 59.00 y en la sección 2 un PCI de 64.87.
- Los tipos de fallas encontradas con mayor frecuencia en la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, Región Amazonas son las siguientes:
  - ✓ Grieta lineal (código 28), con una incidencia de 42.07%, lo que produce comúnmente por variaciones de temperatura, un curado deficiente del concreto y/o asentamiento de la sub rasante, esto producto de una mala compactación y/o presencia de humedad.
  - ✓ Pulimiento de agregados (código 31), con una incidencia de 38.41%, esto debido a un deficiente proceso constructivo o al uso de agregados de mala calidad.
  - ✓ Grieta de esquina (código 22), con una incidencia de 10.37%, esto debido al asentamiento de la sub rasante producto de una mala compactación o presencia de humedad.

Además de las fallas antes mencionadas, se encontraron otras fallas como: popouts (código 32), con una incidencia de 5.49%, retracción (código 37), con una incidencia de 1.42%, descascaramiento de junta (código 39), con una incidencia de 1.22%, parcheo pequeño (código 30), con una incidencia de 0.81%<sup>29</sup> y parche grande (código 29), con una incidencia de 0.20%.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda realizar una evaluación estructural del pavimento de la Av. San Pedro, de esta manera poder complementar la presente investigación puesto que solo se realizó una evaluación superficial de las fallas presentes en el pavimento; esto sería de gran importancia para la toma de decisiones en cuanto a su rehabilitación, mantenimiento y/o reconstrucción por parte de la autoridad competente.
- Se recomienda a las autoridades de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través de la coordinación de la sede Jaén, y a través del decanato de la facultad de ingeniería, se realice las gestiones para implementar los gabinetes de topografía, pavimentos y laboratorios de las diferentes especialidades.
- Se recomienda la coordinación de las autoridades la sede Jaén de la Universidad Nacional de Cajamarca, para suscribir convenios con las municipalidades y gobierno regional para el apoyo a la realización de este tipo de trabajos de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM. (2003). Norma ASTM D6433-03.
- Altamirano Kauffman, L. 2007. Deterioro de pavimentos rígidos: metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones. Managua, Nicaragua. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioropavimentosrigidos/deterioro-pavimentos-rigidos.pdf>
- Badillo Angarita, Y., Carvajal Vargas, Y. E., & Montoya Gómez, G. A. (2020). Diagnóstico patológico del pavimento rígido comprendido entre el k1+440 hasta k1+920 en la avenida ferrocarril de la Ciudad de Ibagué - Tolima. [Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/20312>
- Benavides Quevedo, O. J. (2015). Determinación de las patologías del concreto de la superficie de rodadura del pavimento rígido en la calle Sánchez Cerro ciudad capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura - noviembre 2015. [Tesis de Grado, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2241>.
- Chávez López, Julio, Tesis “Evaluación superficial de las causas de deterioro del pavimento rígido de las calles de la lotización 22 de octubre, Cajamarca”, 2021.
- Cisneros Gómez, D. C. (2017). Identificación y evaluación de fallas del concreto para obtener el índice de condición en los pavimentos rígidos en las calles del distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, Octubre – 2017. [Tesis de grado, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/4635>
- Granda Hinostroza, Carol Gisbel (2021). Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018. (Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel A. Carrión).



Grupo Técnico – Convenio 587, Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos (Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá) – Bogotá d.c.– octubre 2006.

Tafur Arévalo, Rainer (2018). Tipo de condición del pavimento rígido aplicando métodos PCI y MTC para proponer el tipo de conservación en la urbanización Monterrico - distrito de Santiago de Surco. (Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma).

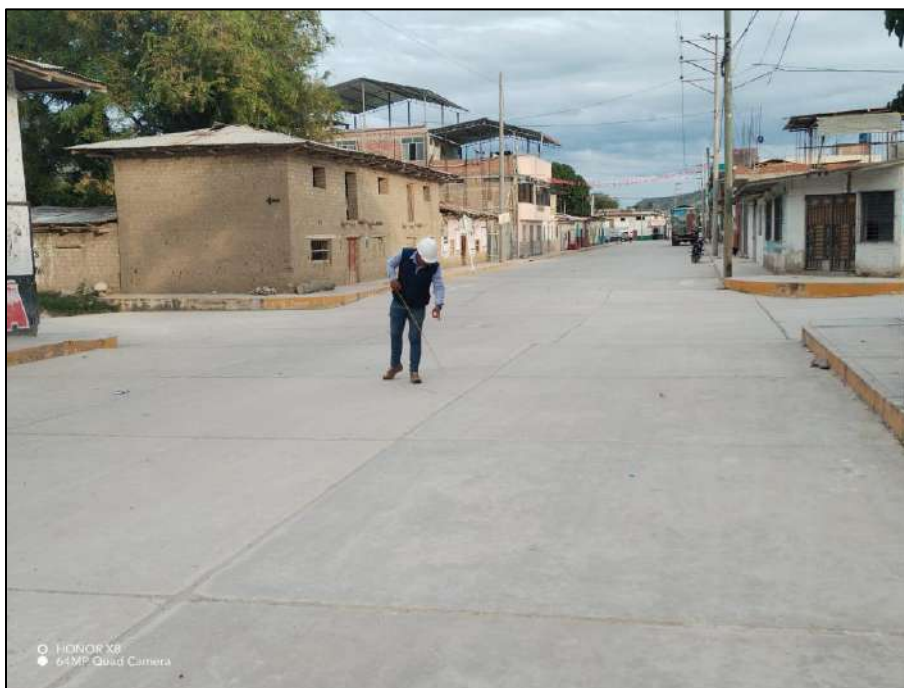
Vásquez Varela, Luis Ricardo (2022), Ingeniero Civil Especialista en Vías y Transporte, de la Universidad Nacional de Colombia, presenta “Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras”.

**ANEXOS**

**ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO**



*Figura 71: En la toma fotográfica se aprecia la sección 01, específicamente la UM – 01- cuadra 1.*



*Figura 72: En la toma fotográfica se aprecia la sección 02, específicamente la UM – 09 en la cuadra 12.*



*Figura 73: Se observa la identificación de las fallas y la cuantificación de las mismas, específicamente en la UM-09 de la sección 1, ubicada en la cuadra 8 de la vía en estudio.*



*Figura 74: Se observa la identificación de las fallas y la cuantificación de las mismas, específicamente en la UM-01 de la sección 2, ubicada en la cuadra 10 de la vía en estudio.*



*Figura 75: Grieta de esquina, observada en la UM-01 de la Sección 01.*



*Figura 76: Grieta de esquina, observada en la UM-07 de la Sección 01.*



*Figura 77: Grieta de esquina, observada en la UM-07 de la Sección 02.*



*Figura 78: Grieta de esquina, observada en la UM-09 de la Sección 02.*





*Figura 79: Grieta lineal, observada en la UM-01 de la Sección 01.*



*Figura 80: Grieta lineal, observada en la UM-04 de la Sección 01.*



*Figura 81: Grieta lineal, observada en la UM-06 de la Sección 01.*



*Figura 82: Grieta lineal, observada en la UM-11 de la Sección 01.*





*Figura 83: Grieta lineal, observada en la UM-01 de la Sección 02.*



*Figura 84: Grieta lineal, observada en la UM-03 de la Sección 02.*



*Figura 85: Grieta lineal, observada en la UM-07 de la Sección 02.*



*Figura 86: Grieta lineal, observada en la UM-08 de la Sección 02.*



*Figura 87: Parche grande, observada en la UM-05 de la Sección 01.*



*Figura 88: Parche pequeño, observada en la UM-04 de la Sección 01.*



*Figura 89: Pulimiento de agregados, observada en la UM-02 de la Sección 01.*



*Figura 90: Pulimiento de agregados, observada en la UM-03 de la Sección 01.*



*Figura 91: Pulimiento de agregados, observada en la UM-02 de la Sección 02.*



*Figura 92: Pulimiento de agregados, observada en la UM-03 de la Sección 02.*





*Figura 93: Popouts, observada en la UM-02 de la Sección 01.*



*Figura 94: Popouts, observada en la UM-07 de la Sección 01.*



*Figura 95: Popouts, observada en la UM-09 de la Sección 01.*



*Figura 96: Popouts, observada en la UM-05 de la Sección 02.*



*Figura 97: Popouts, observada en la UM-06 de la Sección 02.*



*Figura 98: Popouts, observada en la UM-07 de la Sección 02.*





*Figura 99: Grietas de retracción, observadas en la UM-02 de la Sección 01.*



*Figura 100: Grietas de retracción, observadas en la UM-02 de la Sección 01.*



*Figura 101: Descascaramiento de junta, observadas en la UM-11 de la Sección 01.*



*Figura 102: Descascaramiento de junta, observadas en la UM-11 de la Sección 01.*

**ANEXO 2: FORMATO CÁLCULO DEL PCI DE CADA UNIDAD DE MUESTREO  
– SECCIÓN 01**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FILIAL JAEN**

"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023"

**FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS**

<b>NOMBRE DE LA VIA:</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>REGION</b>																																							
AV. SAN PEDRO		CUMBA		UTCUBAMBA		AMAZONAS																																							
<b>EVALUADO POR:</b>		<b>SECCION</b>		<b>UND. MUESTREO</b>		<b>FECHA</b>																																							
SANCHEZ DELGADO, FREDDY LINCOL		1		UM-02		01/04/2023																																							
<b>PROGRESIVA INICIAL:</b>	0+043.98	<b>AREA DE MUESTRA</b>		<b>NUMERO DE LOSAS</b>		<b>DIAGRAMA</b>																																							
<b>PROGRESIVA FINAL</b>	0+087.50	295.94 m2		22		0+087.50																																							
21 Blow up/ Buckling		31 Pulimiento de agregados		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>22 M</td><td>31</td></tr> <tr><td>32</td><td>28 B</td></tr> <tr><td>31</td><td>30 M</td></tr> <tr><td>22 M</td><td></td></tr> <tr><td>22 H</td><td>31</td></tr> <tr><td>32</td><td>28 M</td></tr> <tr><td>32</td><td>31</td></tr> <tr><td>22 M</td><td>39 M</td></tr> <tr><td>28 H</td><td>31</td></tr> <tr><td>37</td><td>37</td></tr> <tr><td></td><td>31</td></tr> <tr><td>31</td><td>31</td></tr> <tr><td>28M</td><td></td></tr> <tr><td>28 B</td><td>37</td></tr> <tr><td>28M</td><td></td></tr> <tr><td>37 28B</td><td>37</td></tr> <tr><td></td><td>28M</td></tr> <tr><td>37 28 M</td><td>22 M</td></tr> <tr><td>28 B</td><td></td></tr> <tr><td>28 M</td><td>37</td></tr> </table>		22 M	31	32	28 B	31	30 M	22 M		22 H	31	32	28 M	32	31	22 M	39 M	28 H	31	37	37		31	31	31	28M		28 B	37	28M		37 28B	37		28M	37 28 M	22 M	28 B		28 M	37
22 M	31																																												
32	28 B																																												
31	30 M																																												
22 M																																													
22 H	31																																												
32	28 M																																												
32	31																																												
22 M	39 M																																												
28 H	31																																												
37	37																																												
	31																																												
31	31																																												
28M																																													
28 B	37																																												
28M																																													
37 28B	37																																												
	28M																																												
37 28 M	22 M																																												
28 B																																													
28 M	37																																												
22 Grieta de esquina		32 Popouts																																											
23 Losa dividida		33 Bombeo																																											
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento																																											
25 Escala		35 Cruce vía ferrea																																											
26 Sello de junta		36 Desconchamiento																																											
27 Desnivel Carril/Berma		37 Retracción																																											
28 Grieta lineal		38 Descascaramiento de esquina																																											
29 Parche (grande)		39 Descascaramiento de junta																																											
30 Parche (pequeño)																																													
<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>		<b>BAJO (B)</b>		<b>MEDIO (M)</b>		<b>ALTO (H)</b>																																							
<b>COD. DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD (%)</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>																																			
22	M	1	1	1	1			4	18.18	38.50																																			
22	H	1						1	4.55	12.00																																			
28	B	1	1	1	1			4	18.18	9.50																																			
28	M	1	1	1	1	1	1	6	27.27	18.50																																			
28	H	1						1	4.55	10.00																																			
30	M	1						1	4.55	1.00																																			
31		1	1	1	1	1	1	2	36.36	5.50																																			
32		1	1	1				3	13.64	2.20																																			
37		1	1	1	1	1	1	7	31.82	1.50																																			
39	M	1	1					2	9.09	3.50																																			
<b>MAXIMO VALOR DEDUCIDO</b>									<b>38.50</b>																																				
Numero Maxio Admisible:		$mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) = 1 + \frac{9}{98}(100 - 38.50) =$						6.65	≅	7																																			
<b>CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>																																													
#	Valor deducido							Total	q	CDV																																			
1	38.50	18.50	12.00	10.00	9.50	5.50	3.50	97.50	7.00	47.50																																			
2	38.50	18.50	12.00	10.00	9.50	5.50	2.00	96.00	6.00	49.50																																			
3	38.50	18.50	12.00	10.00	9.50	2.00	2.00	92.50	5.00	50.00																																			
4	38.50	18.50	12.00	10.00	2.00	2.00	2.00	85.00	4.00	49.00																																			
5	38.50	18.50	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00	77.00	3.00	49.00																																			
6	38.50	18.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	67.00	2.00	49.50																																			
7	38.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.50	1.00	50.50																																			
<b>Maximo CDV</b>									<b>50.50</b>																																				
<b>CALCULO DEL PCI</b>																																													
Numero Deducidos > 2 (q)							7.00	Maximo CDV	50.50																																				
Valor Deducido mas alto (HDV)							38.50	PCI	100-MaxCDV																																				
Numero Admisible Deducidos (mi)							6.65	PCI	49.5																																				
<b>CLASIFICACION</b>									<b>REGULAR</b>																																				

0+043.98

Figura 104: Formato de cálculo del PCI de la UM-02 de la Sección 01.

Fuente: Elaboración propia







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FILIAL JAEN**

"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023"

**FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS**

<b>NOMBRE DE LA VIA:</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>REGION</b>					
AV. SAN PEDRO		CUMBA		UTCUBAMBA		AMAZONAS					
<b>EVALUADO POR:</b>		<b>SECCION</b>		<b>UND. MUESTREO</b>		<b>FECHA</b>					
SANCHEZ DELGADO, FREDDY LINCOL		1		UM-05		01/04/2023					
<b>PROGRESIVA INICIAL:</b>		0+173.79		<b>AREA DE MUESTRA</b>		<b>NUMERO DE LOSAS</b>					
<b>PROGRESIVA FINAL</b>		0+217.82		299.40 m2		22					
21 Blow up/ Buckling		31 Pulimento de agregados									
22 Grieta de esquina		32 Popouts									
23 Losa dividida		33 Bombeo									
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento									
25 Escala		35 Cruce via ferrea									
26 Sello de junta		36 Desconchamiento									
27 Desnivel Carril/Berma		37 Retracción									
28 Grieta lineal		38 Descascaramiento de esquina									
29 Parche (grande)		39 Descascaramiento de junta									
30 Parche (pequeño)											
<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>		<b>BAJO (B)</b>		<b>MEDIO (M)</b>		<b>ALTO (H)</b>					
<b>COD. DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD (%)</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
22	M	1	1	1	1	1		5	22.73	31.81	
28	B	1	1	1	1	1	1	2	8	36.36	16.47
28	M	1	1	1				3	13.64	10.49	
28	H	1						1	4.55	9.60	
29	M	1						1	4.55	2.50	
30	M	1						1	4.55	1.00	
31		1	1	1	1	1	1	3	9	40.91	6.47
32		1	1	1				3	13.64	2.08	
								<b>MAXIMO VALOR DEDUCIDO</b>	<b>31.81</b>		
Numero Maxio Admisible: $mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) = 1 + \frac{9}{98}(100 - 31.81) =$											
7.26 $\cong$ 8											
<b>CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>											
#	Valor deducido							Total	q	CDV	
1	31.81	16.47	10.49	9.60	6.47	2.50	2.08	79.42	7.00	38.71	
2	31.81	16.47	10.49	9.60	6.47	2.50	2.00	79.34	6.00	40.77	
3	31.81	16.47	10.49	9.60	6.47	2.00	2.00	78.84	5.00	42.93	
4	31.81	16.47	10.49	9.60	2.00	2.00	2.00	74.37	4.00	41.10	
5	31.81	16.47	10.49	2.00	2.00	2.00	2.00	66.77	3.00	40.80	
6	31.81	16.47	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	58.28	2.00	43.76	
7	31.81	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	43.81	1.00	43.81	
								<b>Maximo CDV</b>	<b>43.81</b>		
<b>CALCULO DEL PCI</b>											
Numero Deducidos > 2 (q)							7.00	Maximo CDV	43.81		
Valor Deducido mas alto (HDV)							31.81	PCI	100-MaxCDV		
Numero Admisible Deducidos (mi)							7.26	PCI	56.19		
								<b>CLASIFICACION</b>	<b>BUENO</b>		

28 M	32
28 H	
22 M	32
28B	28 B
28 M	31
29 M	32
30 M	31
31	31
28 B	28 B
28 B	31
	31
	28B
22 M	
22 M	31
31	28 M
28 B	
31	28 B
22 M	22M

0+173.79

Figura 107: Formato de cálculo del PCI de la UM-05 de la Sección 01.

Fuente: Elaboración propia





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FILIAL JAEN**

"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023"

**FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS**

<b>NOMBRE DE LA VIA:</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>REGION</b>				
AV. SAN PEDRO		CUMBA		UTCUBAMBA		AMAZONAS				
<b>EVALUADO POR:</b>		<b>SECCION</b>		<b>UND. MUESTREO</b>		<b>FECHA</b>				
SANCHEZ DELGADO, FREDDY LINCOL		1		UM-06		01/04/2023				
<b>PROGRESIVA INICIAL:</b>	0+217.82	<b>AREA DE MUESTRA</b>		<b>NUMERO DE LOSAS</b>		<b>DIAGRAMA</b>				
<b>PROGRESIVA FINAL</b>	0+263.33	309.47 m2		22		0+263.33				
21 Blow up/ Buckling		31 Pulimento de agregados								
22 Grieta de esquina		32 Popouts								
23 Losa dividida		33 Bombeo								
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento								
25 Escala		35 Cruce vía ferrea								
26 Sello de junta		36 Desconchamiento								
27 Desnivel Carril/Berma		37 Retracción								
28 Grieta lineal		38 Descascaramiento de esquina								
29 Parche (grande)		39 Descascaramiento de junta								
30 Parche (pequeño)										
<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>		<b>BAJO (B)</b>		<b>MEDIO (M)</b>		<b>ALTO (H)</b>				
<b>COD. DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD (%)</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
22	M	1	1	1	1			4	18.18	26.50
28	B	1	1	1	1			4	18.18	9.75
28	M	1	1	1	1	1	1	7	31.82	20.00
28	H	1	1					2	9.09	19.00
30	M	1						1	4.55	2.50
31		1	1	1	1	1	1	6	54.55	7.50
32		1	1					2	9.09	1.50
								<b>MAXIMO VALOR DEDUCIDO</b>	<b>26.50</b>	
Numero Maxio Admisible: $mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) = 1 + \frac{9}{98}(100 - 26.50) =$										7.75 $\cong$ 8
<b>CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>										
#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	26.50	20.00	19.00	9.75	7.50	2.50		85.25	6.00	43.50
2	26.50	20.00	19.00	9.75	7.50	2.00		84.75	5.00	46.00
3	26.50	20.00	19.00	9.75	2.00	2.00		79.25	4.00	46.20
4	26.50	20.00	19.00	2.00	2.00	2.00		71.50	3.00	45.90
5	26.50	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00		54.50	2.00	42.00
6	26.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		36.50	1.00	36.50
								<b>Maximo CDV</b>	<b>46.20</b>	
<b>CALCULO DEL PCI</b>										
Numero Deducidos > 2 (q)							6.00	Maximo CDV	46.20	
Valor Deducido mas alto (HDV)							26.50	PCI	100-MaxCDV	
Numero Admisible Deducidos (mi)							7.75	PCI	53.8	
								<b>CLASIFICACION</b>	<b>REGULAR</b>	

32	31
32 22 B	31
31 22 B	31 28 M
31 28 B	31 28 M 28 H
28 M	28 M
31 22 B	28 B
31 28 B	31
30 M	28 M
31	31
28 M	22 B
28 B 28 M 28 H	28 M

0+217.82

Figura 108: Formato de cálculo del PCI de la UM-06 de la Sección 01.

Fuente: Elaboración propia









**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FILIAL JAEN**

**"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023"**

**FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS**

<b>NOMBRE DE LA VIA:</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>REGION</b>					
AV. SAN PEDRO		CUMBA		UTCUBAMBA		AMAZONAS					
<b>EVALUADO POR:</b>		<b>SECCION</b>		<b>UND. MUESTREO</b>		<b>FECHA</b>					
SANCHEZ DELGADO, FREDDY LINCOL		1		UM-10		01/04/2023					
<b>PROGRESIVA INICIAL:</b>	0+395.36	<b>AREA DE MUESTRA</b>		<b>NUMERO DE LOSAS</b>		<b>DIAGRAMA</b>					
<b>PROGRESIVA FINAL</b>	0+439.36	299.20 m2		22		0+439.36					
21 Blow up/ Buckling 22 Grieta de esquina 23 Losa dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de junta 27 Desnivel Carril/Berma 28 Grieta lineal 29 Parche (grande) 30 Parche (pequeño)				31 Pulimento de agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce via ferrea 36 Desconchamiento 37 Retracción 38 Descascaramiento de esquina 39 Descascaramiento de junta							
<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>		BAJO (B)		MEDIO (M)		ALTO (H)					
<b>COD. DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD (%)</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
22	M	1	1					2	9.09	14.00	
28	M	1	1	1	1	1	1	7	31.82	20.00	
28	H	1	1	1	1	1		5	22.73	31.50	
31		1	1	1	1	1		5	22.73	4.00	
								<b>MAXIMO VALOR DEDUCIDO</b>	<b>31.50</b>		
Numero Maxio Admisible: $mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) = 1 + \frac{9}{98}(100 - 31.50) =$										7.29 $\cong$ 8	
<b>CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>											
#	Valor deducido						Total	q	CDV		
1	31.50	20.00	14.00	4.00			69.50	4.00	40.50		
2	31.50	20.00	14.00	2.00			67.50	3.00	43.50		
3	31.50	20.00	2.00	2.00			55.50	2.00	42.50		
4	31.50	2.00	2.00	2.00			37.50	1.00	37.50		
								<b>Maximo CDV</b>	<b>43.50</b>		
<b>CALCULO DEL PCI</b>											
Numero Deducidos > 2 (q)							4.00	Maximo CDV	43.50		
Valor Deducido mas alto (HDV)							31.50	PCI	100-MaxCDV		
Numero Admisible Deducidos (mi)							7.29	PCI	56.5		
								<b>CLASIFICACION</b>	<b>BUENO</b>		

28M	
31	31 22M
28H 30M	28H 28M
	28H
31	28M
	28M
	28M 22M
	28H
31	31
28H 28M	

0+395.36

Figura 112: Formato de cálculo del PCI de la UM -10 de la Sección 01.

Fuente: Elaboración propia



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FILIAL JAEN**

"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023"

**FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS**

<b>NOMBRE DE LA VIA:</b>					<b>DISTRITO</b>					<b>PROVINCIA</b>					<b>REGION</b>																															
AV. SAN PEDRO					CUMBA					UTCUBAMBA					AMAZONAS																															
<b>EVALUADO POR:</b>										<b>SECCION</b>					<b>UND. MUESTREO</b>					<b>FECHA</b>																										
SANCHEZ DELGADO, FREDDY LINCOL										1					UM-11					01/04/2023																										
<b>PROGRESIVA INICIAL:</b>					0+439.36					<b>AREA DE MUESTRA</b>					<b>NUMERO DE LOSAS</b>					<b>DIAGRAMA</b>																										
<b>PROGRESIVA FINAL</b>					0+484.05					303.89 m2					22					0+484.05																										
21 Blow up/ Buckling										31 Pulimiento de agregados										<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">28B</td><td style="width: 50%;">28M</td></tr> <tr><td>31</td><td>28B 28M</td></tr> <tr><td>31</td><td></td></tr> <tr><td>28M 31</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>32</td></tr> <tr><td></td><td>28M</td></tr> <tr><td>28M</td><td>39M 32</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>28B</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>28M 39M</td></tr> <tr><td></td><td>31</td></tr> </table>					28B	28M	31	28B 28M	31		28M 31			32		28M	28M	39M 32			28B			28M 39M		31
28B	28M																																													
31	28B 28M																																													
31																																														
28M 31																																														
	32																																													
	28M																																													
28M	39M 32																																													
28B																																														
	28M 39M																																													
	31																																													
22 Grieta de esquina										32 Popouts																																				
23 Losa dividida										33 Bombeo																																				
24 Grieta de durabilidad "D"										34 Punzonamiento																																				
25 Escala										35 Cruce via ferrea																																				
26 Sello de junta										36 Desconchamiento																																				
27 Desnivel Carril/Berma										37 Retracción																																				
28 Grieta lineal										38 Descascaramiento de esquina																																				
29 Parche (grande)										39 Descascaramiento de junta																																				
30 Parcheo (pequeño)																																														
<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>					BAJO (B)					MEDIO (M)					ALTO (H)																															
<b>COD. DE FALLA</b>		<b>SEVERIDAD</b>		<b>NUMERO DE LOSAS</b>					<b>TOTAL</b>		<b>DENSIDAD (%)</b>			<b>VALOR DEDUCIDO</b>																																
28	B	1	1	1					3	13.64			7.50																																	
28	M	1	1	1	1	1	1		6	27.27			18.50																																	
31		1	1	1	1				4	18.18			3.50																																	
32		1	1						2	9.09			1.50																																	
39	M	1	1						2	9.09			3.50																																	
										MAXIMO VALOR DEDUCIDO					<b>18.50</b>																															
Numero Maxio Admissible:										$mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) = 1 + \frac{9}{98}(100 - 18.50) =$					8.48 $\cong$ 9																															
<b>CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>																																														
#	Valor deducido				Total				q			CDV																																		
1	18.50	7.50	3.50	3.50	33.00				4.00			18.00																																		
2	18.50	7.50	3.50	2.00	31.50				3.00			19.50																																		
3	18.50	7.50	2.00	2.00	30.00				2.00			24.00																																		
4	18.50	2.00	2.00	2.00	24.50				1.00			24.50																																		
										Maximo CDV					24.50																															
<b>CALCULO DEL PCI</b>																																														
Numero Deducidos > 2 (q)										4.00		Maximo CDV			24.50																															
Valor Deducido mas alto (HDV)										18.50		PCI			100-MaxCDV																															
Numero Admissible Deducidos (mi)										8.48		PCI			75.5																															
										CLASIFICACION					<b>MUY BUENO</b>																															

0+439.36

Figura 113: Formato de cálculo del PCI de la UM-11 de la Sección 01.  
Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 3: FORMATO CÁLCULO DEL PCI DE CADA UNIDAD DE MUESTREO**  
**– SECCIÓN 02**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FILIAL JAEN**

"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA DE LA AV.  
 SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023"

**FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS**

<b>NOMBRE DE LA VIA:</b>		<b>DISTRITO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>REGION</b>																		
AV. SAN PEDRO		CUMBA	UTCUBAMBA	AMAZONAS																		
<b>EVALUADO POR:</b>		<b>SECCION</b>	<b>UND. MUESTREO</b>	<b>FECHA</b>																		
SANCHEZ DELGADO, FREDDY LINCOL		2	UM-1	01/04/2023																		
<b>PROGRESIVA INICIAL:</b>	0+505.65	<b>AREA DE MUESTRA</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>	<b>DIAGRAMA</b>																		
<b>PROGRESIVA FINAL</b>	0+527.25	220.32 m2	18	0+527.25																		
21 Blow up/ Buckling		31 Pulimiento de agregados		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td></td><td>28M</td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td>28B 28M</td></tr> <tr><td></td><td>31</td><td>28B 28M</td></tr> <tr><td>31</td><td>28B 28M</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>28M</td><td>31</td></tr> </table>		28M		31			31		28B 28M		31	28B 28M	31	28B 28M			28M	31
	28M																					
31																						
31		28B 28M																				
	31	28B 28M																				
31	28B 28M																					
	28M	31																				
22 Grieta de esquina		32 Popouts																				
23 Losa dividida		33 Bombeo																				
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento																				
25 Escala		35 Cruce via ferrea																				
26 Sello de junta		36 Desconchamiento																				
27 Desnivel Carril/Berma		37 Retracción																				
28 Grieta lineal		38 Descascaramiento de esquina																				
29 Parche (grande)		39 Descascaramiento de junta																				
30 Parcheo (pequeño)																						
<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>		<b>BAJO (B)</b>	<b>MEDIO (M)</b>	<b>ALTO (H)</b>																		
<b>COD. DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD (%)</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>													
28	B	1	1	1			3	16.67	9.00													
28	M	1	1	1	1	1	5	27.78	18.50													
31		1	1	1	1	1	5	27.78	4.50													
<b>MAXIMO VALOR DEDUCIDO</b>									<b>18.50</b>													
Numero Maxio Admisible: $mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) = 1 + \frac{9}{98}(100 - 18.50) =$									$8.48 \cong 9$													
<b>CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>																						
#	Valor deducido					Total	q	CDV														
1	18.50	9.00	4.50			32.00	3.00	21.00														
2	18.50	9.00	2.00			29.50	2.00	23.50														
3	18.50	2.00	2.00			22.50	1.00	22.50														
							Maximo CDV	23.50														
<b>CALCULO DEL PCI</b>																						
Numero Deducidos > 2 (q)						3.00	Maximo CDV	23.50														
Valor Deducido mas alto (HDV)						18.50	PCI	100-MaxCDV														
Numero Admisible Deducidos (mi)						8.48	PCI	76.5														
							CLASIFICACION	<b>MUY BUENO</b>														

Figura 114: Formato de cálculo del PCI de la UM-01 de la Sección 02.

Fuente: Elaboración propia







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FILIAL JAEN**

"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA DE LA AV.  
 SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023"

**FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS**

<b>NOMBRE DE LA VIA:</b>		<b>DISTRITO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>REGION</b>																												
AV. SAN PEDRO		CUMBA	UTCUBAMBA	AMAZONAS																												
<b>EVALUADO POR:</b>		<b>SECCION</b>	<b>UND. MUESTREO</b>	<b>FECHA</b>																												
SANCHEZ DELGADO, FREDDY LINCOL		2	UM-3	01/04/2023																												
<b>PROGRESIVA INICIAL:</b>	0+527.25	<b>AREA DE MUESTRA</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>	<b>DIAGRAMA</b>																												
<b>PROGRESIVA FINAL</b>	0+547.50	206.55 m2	18	0+547.50																												
21 Blow up/ Buckling		31 Pulimiento de agregados		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">31</td> <td style="width: 25%;">28B</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>28B</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>31</td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>28B</td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> <td>28M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td>28M</td> <td></td> </tr> </table>	31	28B				28B			28B	31	31		31	28B	31		31	31			28B	28B	28M		31	31	28M	
31	28B																															
	28B																															
28B	31	31																														
31	28B	31																														
31	31																															
28B	28B	28M																														
31	31	28M																														
22 Grieta de esquina		32 Popouts																														
23 Losa dividida		33 Bombeo																														
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento																														
25 Escala		35 Cruce via ferrea																														
26 Sello de junta		36 Desconchamiento																														
27 Desnivel Carril/Berma		37 Retracción																														
28 Grieta lineal		38 Descascaramiento de esquina																														
29 Parche (grande)		39 Descascaramiento de junta																														
30 Parche (pequeño)																																
<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>		<b>BAJO (B)</b>	<b>MEDIO (M)</b>	<b>ALTO (H)</b>																												
<b>COD. DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>							<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD (%)</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>																					
28	B	1	1	1	1	1	1	1	7	38.89	16.70																					
28	M	1	1						2	11.11	9.00																					
31		1	1	1	1	1	1	3	9	50.00	6.70																					
<b>MAXIMO VALOR DEDUCIDO</b>										<b>16.70</b>																						
Numero Maxio Admisible: $mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) = 1 + \frac{9}{98}(100 - 16.7) =$										8.65 $\cong$ 9																						
<b>CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>																																
#	Valor deducido								Total	q	CDV																					
1	16.70	9.00	6.70						32.40	3.00	20.00																					
2	16.70	9.00	2.00						27.70	2.00	22.00																					
3	16.70	2.00	2.00						20.70	1.00	20.70																					
<b>Maximo CDV</b>										<b>22.00</b>																						
<b>CALCULO DEL PCI</b>																																
Numero Deducidos > 2 (q)								3.00	Maximo CDV	22.00																						
Valor Deducido mas alto (HDV)								16.70	PCI	100-MaxCDV																						
Numero Admisible Deducidos (mi)								8.65	PCI	78																						
<b>CLASIFICACION</b>										<b>MUY BUENO</b>																						

Figura 116: Formato de cálculo del PCI de la UM-03 de la Sección 02.

Fuente: Elaboración propia









**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FILIAL JAEN**

**"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023"**

<b>FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS</b>																														
<b>NOMBRE DE LA VIA:</b>				<b>DISTRITO</b>			<b>PROVINCIA</b>			<b>REGION</b>																				
AV. SAN PEDRO				CUMBA			UTCUBAMBA			AMAZONAS																				
<b>EVALUADO POR:</b>				<b>SECCION</b>			<b>UND. MUESTREO</b>			<b>FECHA</b>																				
SANCHEZ DELGADO, FREDDY LINCOL				2			UM-7			01/04/2023																				
<b>PROGRESIVA INICIAL:</b>		0+622.20		<b>AREA DE MUESTRA</b>			<b>NUMERO DE LOSAS</b>			<b>DIAGRAMA</b>																				
<b>PROGRESIVA FINAL</b>		0+645.58		238.48 m2			18			0+645.58																				
21 Blow up/ Buckling				31 Pulimiento de agregados				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">31</td> <td style="width: 33%;">28B 28M</td> <td style="width: 33%;">28H</td> </tr> <tr> <td>28H</td> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>28M</td> <td>22M 31</td> <td>22M 31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>28B 28M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>28B 28M 31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>28B 28M 31</td> <td>31 28B</td> </tr> </table>					31	28B 28M	28H	28H	28B	28B	28M	22M 31	22M 31	31	28B 28M		32	28B 28M 31	31	32	28B 28M 31	31 28B
31	28B 28M	28H																												
28H	28B	28B																												
28M	22M 31	22M 31																												
31	28B 28M																													
32	28B 28M 31	31																												
32	28B 28M 31	31 28B																												
22 Grieta de esquina				32 Popouts																										
23 Losa dividida				33 Bombeo																										
24 Grieta de durabilidad "D"				34 Punzonamiento																										
25 Escala				35 Cruce via ferrea																										
26 Sello de junta				36 Desconchamiento																										
27 Desnivel Carril/Berma				37 Retracción																										
28 Grieta lineal				38 Descascaramiento de esquina																										
29 Parche (grande)				39 Descascaramiento de junta																										
30 Parcheo (pequeño)																														
<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>			<b>BAJO (B)</b>				<b>MEDIO (M)</b>			<b>ALTO (H)</b>																				
<b>COD. DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b>							<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD (%)</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>																			
22	M	1	1					2	11.11	17.00																				
28	B	1	1	1	1	1	1	7	38.89	16.70																				
28	M	1	1	1	1	1		5	27.78	18.70																				
28	H	1	1					2	11.11	21.00																				
31		1	1	1	1	1	2	8	44.44	6.70																				
32		1	1					2	11.11	1.70																				
<b>MAXIMO VALOR DEDUCIDO</b>										<b>21.00</b>																				
Numero Maxio Admisible: $mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) = 1 + \frac{9}{98}(100 - 21.00) =$										$8.26 \cong 9$																				
<b>CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)</b>																														
#	Valor deducido							Total	q	CDV																				
1	21.00	18.70	17.00	16.70	6.70			80.10	5.00	43.50																				
2	21.00	18.70	17.00	16.70	2.00			75.40	4.00	44.00																				
3	21.00	18.70	17.00	2.00	2.00			60.70	3.00	39.00																				
4	21.00	18.70	2.00	2.00	2.00			45.70	2.00	35.50																				
5	21.00	2.00	2.00	2.00	2.00			29.00	1.00	29.00																				
									Maximo CDV	44.00																				
<b>CALCULO DEL PCI</b>																														
Numero Deducidos > 2 (q)								5.00	Maximo CDV	44.00																				
Valor Deducido mas alto (HDV)								21.00	PCI	100-MaxCDV																				
Numero Admisible Deducidos (mi)								8.26	PCI	56																				
									CLASIFICACION	<b>BUENO</b>																				

Figura 120: Formato de cálculo del PCI de la UM-07 de la Sección 02.

Fuente: Elaboración propia



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FILIAL JAEN**

"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023"

**FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS**

<b>NOMBRE DE LA VIA:</b> AV. SAN PEDRO		<b>DISTRITO</b> CUMBA	<b>PROVINCIA</b> UTCUBAMBA	<b>REGION</b> AMAZONAS
<b>EVALUADO POR:</b> SANCHEZ DELGADO, FREDDY LINCOL		<b>SECCION</b> 2	<b>UND. MUESTREO</b> UM-8	<b>FECHA</b> 01/04/2023
<b>PROGRESIVA INICIAL:</b>	0+645.58	<b>AREA DE MUESTRA</b>	<b>NUMERO DE LOSAS</b> 18	<b>DIAGRAMA</b>
<b>PROGRESIVA FINAL</b>	0+664.61	194.11 m2		0+664.61

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| 21 Blow up/ Buckling         | 31 Pulimiento de agregados     |
| 22 Grieta de esquina         | 32 Popouts                     |
| 23 Losa dividida             | 33 Bombeo                      |
| 24 Grieta de durabilidad "D" | 34 Punzonamiento               |
| 25 Escala                    | 35 Cruce via ferrea            |
| 26 Sello de junta            | 36 Desconchamiento             |
| 27 Desnivel Carril/Berma     | 37 Retracción                  |
| 28 Grieta lineal             | 38 Descascaramiento de esquina |
| 29 Parche (grande)           | 39 Descascaramiento de junta   |
| 30 Parche (pequeño)          |                                |

31	22H 31	
31	22H 28M	31
28B	28B 28M	
22M	22M	28B
31	31 28B	31
	28H 31	28B 28M

NIVEL DE SEVERIDAD:		BAJO (B)			MEDIO (M)			ALTO (H)			
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	1	1						2	11.11	17.00
22	H	1	1						2	11.11	27.00
28	B	1	1	1	1	1			5	27.78	13.50
28	M	1	1	1					3	16.67	12.70
28	H	1							1	5.56	12.00
31		1	1	1	1	1	1	2	8	44.44	6.70

0+645.58

MAXIMO VALOR DEDUCIDO **27.00**

Numero Maxio Admisible:  $mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) = 1 + \frac{9}{98}(100 - 27.00) = 7.70 \cong 8$

CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)

#	Valor deducido							Total	q	CDV
1	27.00	17.00	13.50	12.70	12.00	6.70		88.90	6.00	45.50
2	27.00	17.00	13.50	12.70	12.00	2.00		84.20	5.00	46.00
3	27.00	17.00	13.50	12.70	2.00	2.00		74.20	4.00	43.00
4	27.00	17.00	13.50	2.00	2.00	2.00		63.50	3.00	41.00
5	27.00	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00		52.00	2.00	40.00
6	27.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		37.00	1.00	37.00
									Maximo CDV	46.00

CALCULO DEL PCI

Numero Deducidos > 2 (q)	6.00	Maximo CDV	46.00
Valor Deducido mas alto (HDV)	27.00	PCI	100-MaxCDV
Numero Admisible Deducidos (mi)	7.70	PCI	54
		CLASIFICACION	<b>REGULAR</b>

Figura 121: Formato de cálculo del PCI de la UM-08 de la Sección 02.

Fuente: Elaboración propia





**ANEXO 4: ÁBACOS Y VALORES DEL VALOR DEDUCIDO PARA  
PAVIMENTOS DE CONCRETO, UTILIZADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO**

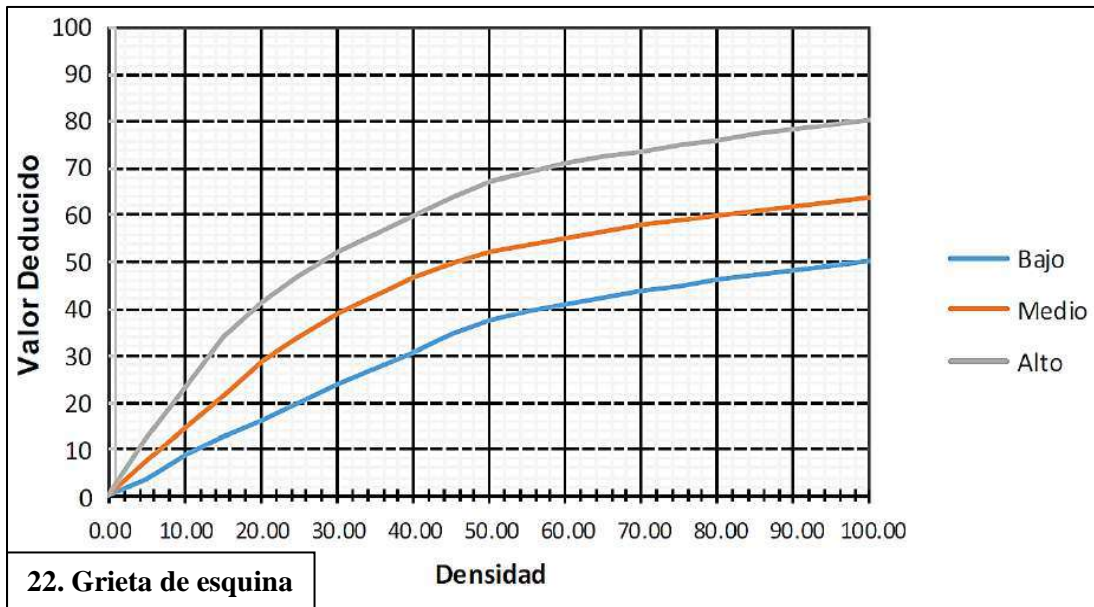


Figura 123: Ábaco para valor deducido para falla 22. Grieta de esquina.

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Tabla 86: Valores deducidos para falla 22. Grieta de esquina.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	L	M	H
5	3.50	7.20	12.10
10	8.70	14.50	23.40
15	12.60	21.70	34.00
20	16.40	28.70	41.50
25	20.20	34.40	47.30
30	23.80	39.20	52.10
35	27.40	43.10	56.10
40	31.00	46.60	60.00
45	34.50	49.60	64.00
50	37.50	52.30	67.30
55	39.70	53.80	69.30
60	41.20	55.30	70.90
65	42.60	56.60	72.40
70	43.90	57.80	73.80
75	45.10	58.90	75.00
80	46.20	60.00	76.20
85	47.30	61.00	77.30
90	48.30	61.90	78.30
95	49.20	62.80	79.30
100	50.10	63.70	80.30

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

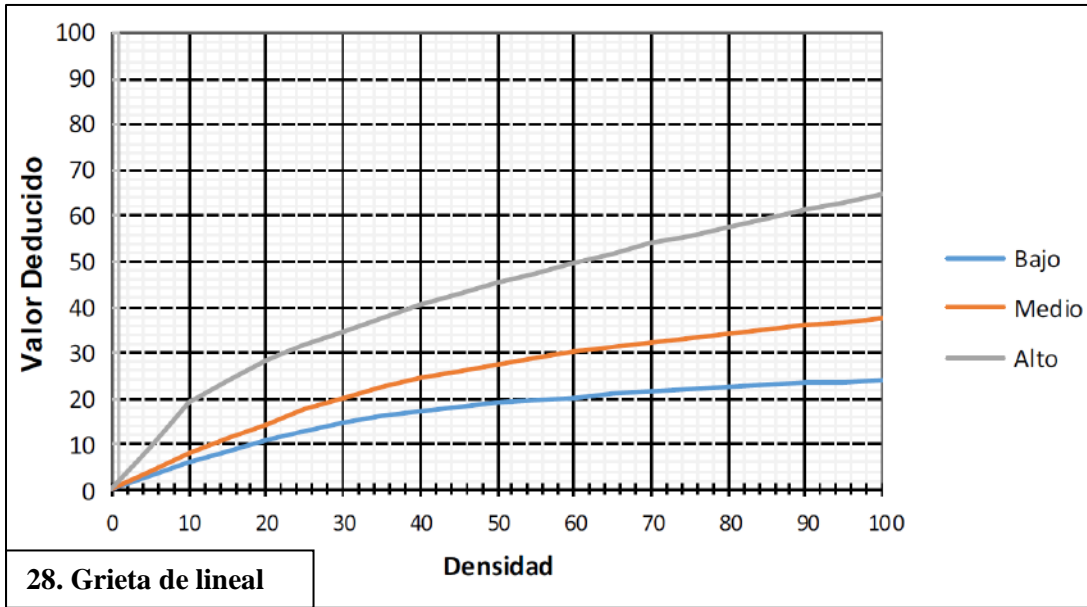


Figura 124: Ábaco para valor deducido para falla 28. Grieta lineal.

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Tabla 87: Valores deducidos para falla 28. Grieta lineal.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	L	M	H
5	3.20	4.00	9.60
10	5.90	7.80	19.20
15	8.30	11.50	24.20
20	10.60	14.40	28.30
25	12.80	17.60	31.60
30	14.90	20.20	34.70
35	16.20	22.40	37.60
40	17.20	24.30	40.30
45	18.10	26.00	42.80
50	18.90	27.50	45.20
55	19.60	28.80	47.50
60	20.30	30.10	49.70
65	20.90	31.20	51.80
70	21.40	32.30	53.90
75	22.00	33.30	55.80
80	22.40	34.20	57.70
85	22.90	35.10	59.60
90	23.30	35.90	61.40
95	23.70	36.70	63.10
100	24.10	37.40	64.80

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

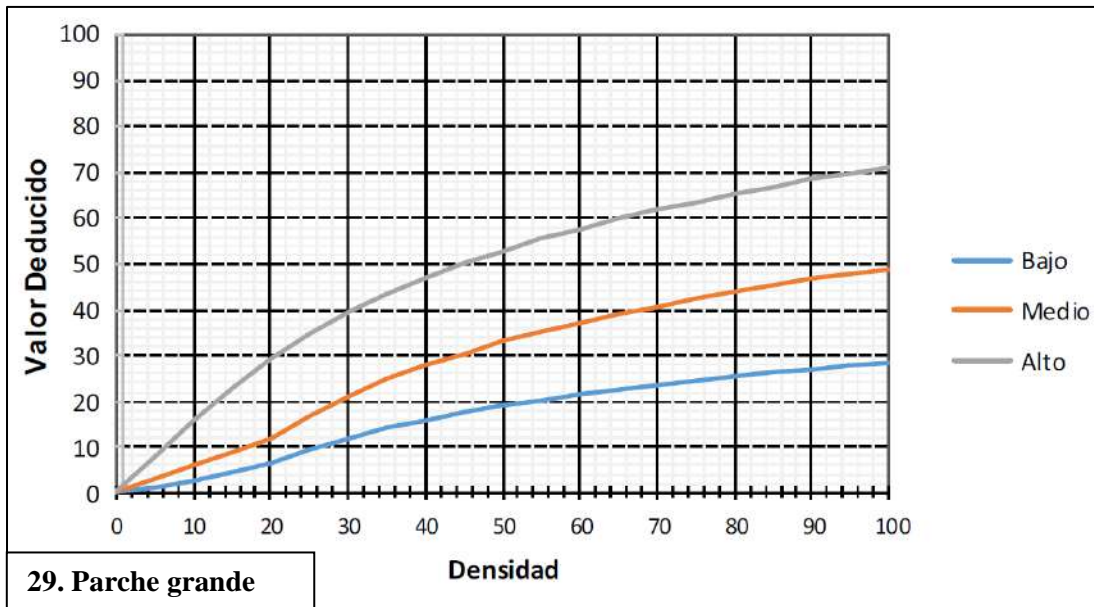


Figura 125: Ábaco para valor deducido para falla 29. Parche (grande).

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Tabla 88: Valores deducidos para falla 29. Parche (grande).

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	L	M	H
5	1.10	2.90	8.00
10	2.70	5.80	15.70
15	4.30	8.80	23.20
20	6.30	11.70	29.50
25	9.40	16.90	34.60
30	11.90	21.10	39.40
35	14.00	24.70	41.00
40	15.80	27.80	47.00
45	17.50	30.50	50.10
50	18.90	33.00	52.90
55	20.20	35.20	55.40
60	21.40	37.20	57.70
65	22.50	39.00	59.80
70	23.50	40.70	61.80
75	24.50	42.30	63.60
80	25.40	43.80	65.30
85	26.20	45.20	66.90
90	23.30	35.90	61.40
95	23.70	36.70	63.10
100	24.10	37.40	64.80

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

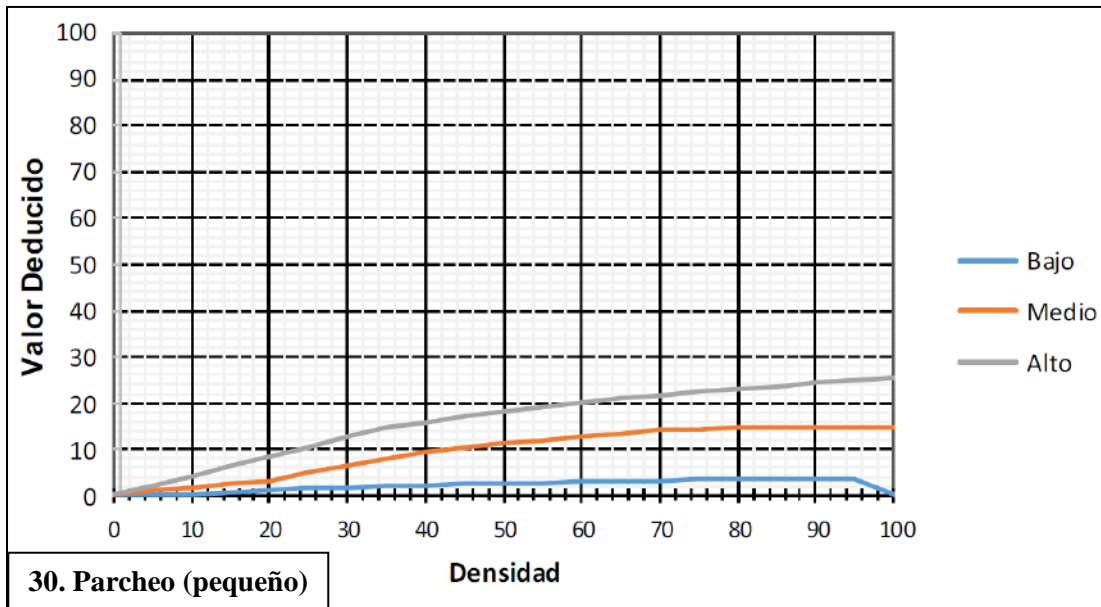


Figura 126: Ábaco para valor deducido para falla 30. Parcheo (pequeño).

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Tabla 89: Valores deducidos para falla 30. Parcheo (pequeño).

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	L	M	H
5		0.90	2.20
10		1.70	4.20
15	0.60	2.60	6.30
20	1.10	3.00	8.40
25	1.50	5.00	10.50
30	1.80	6.60	12.90
35	2.00	8.00	14.50
40	2.20	9.20	15.90
45	2.40	10.20	17.10
50	2.60	11.20	18.20
55	2.70	12.00	19.20
60	2.90	12.90	20.10
65	3.00	13.50	21.00
70	3.10	14.40	21.70
75	3.30	14.40	22.40
80	3.40	14.50	23.10
85	3.50	14.60	23.70
90	3.60	14.70	24.30
95	3.60	14.80	24.90
100	3.70	14.80	25.40

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

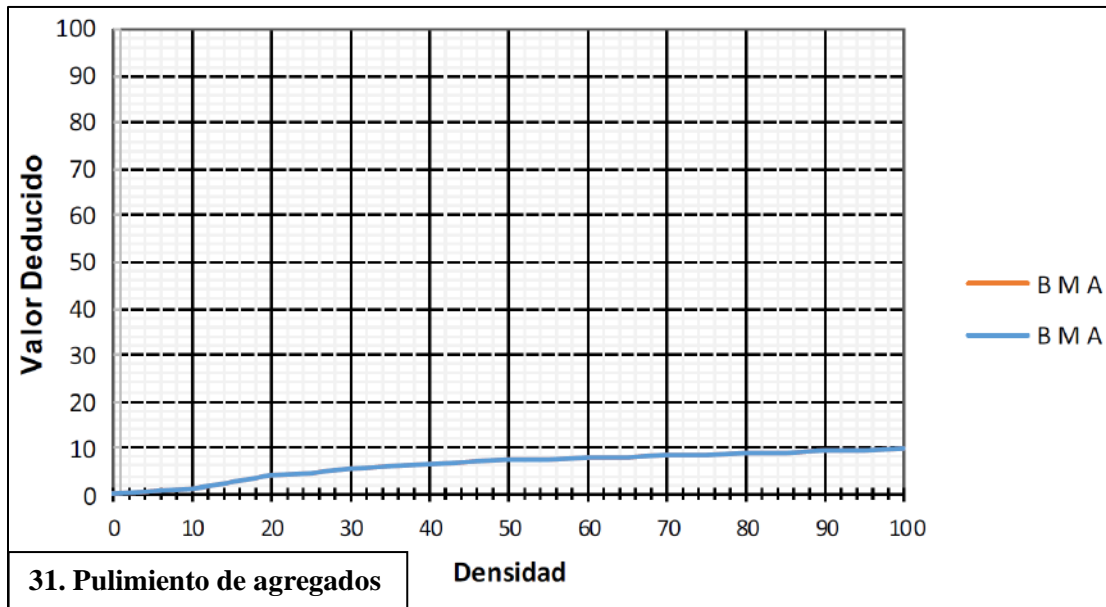


Figura 127: Ábaco para valor deducido para falla 31. Pulimiento de agregados.

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Tabla 90: Valores deducidos para falla 31. Pulimiento de agregados.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	L
5	0.80
10	1.30
15	2.80
20	3.80
25	4.60
30	5.30
35	5.90
40	6.40
45	6.80
50	7.20
55	7.50
60	7.80
65	8.10
70	8.40
75	8.60
80	8.90
85	9.10
90	9.30
95	9.50
100	9.70

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

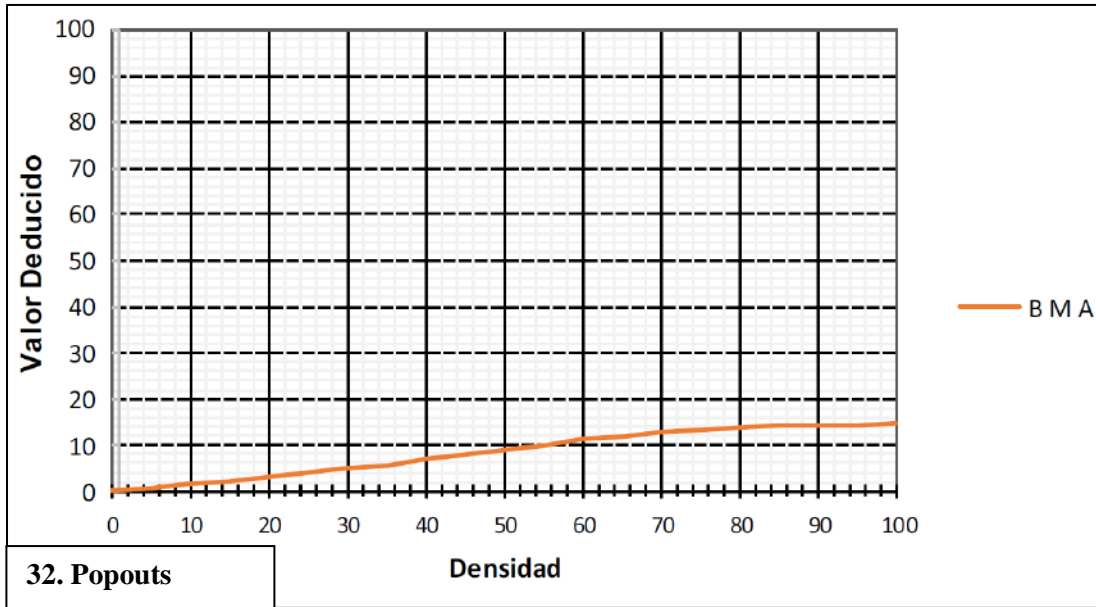


Figura 128: Ábaco para valor deducido para falla 32. Popouts.

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Tabla 91: Valores deducidos para falla 32. Popouts.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	L
5	0.70
10	1.50
15	2.30
20	3.20
25	4.00
30	4.80
35	5.70
40	6.70
45	8.00
50	9.10
55	10.10
60	11.10
65	11.90
70	12.70
75	13.40
80	13.90
85	14.10
90	14.30
95	14.40
100	14.60

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

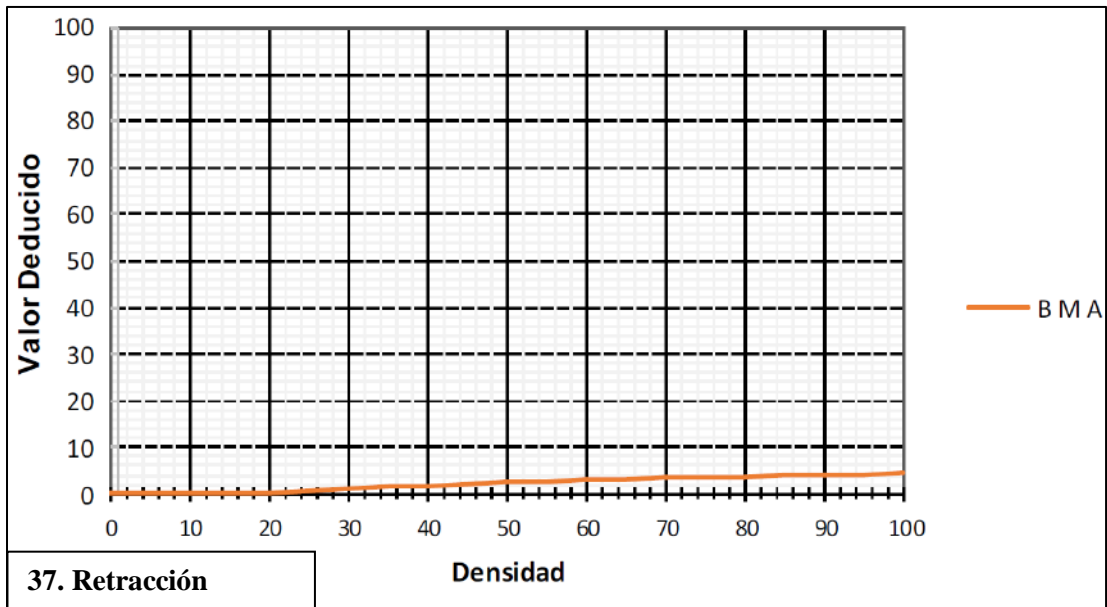


Figura 129: Ábaco para valor deducido para falla 37. Retracción.

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Tabla 92: Valores deducidos para falla 37. Retracción.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	L
5	
10	
15	
20	
25	0.50
30	1.00
35	1.40
40	1.80
45	2.10
50	2.40
55	2.60
60	2.90
65	3.10
70	3.30
75	3.50
80	3.60
85	3.80
90	4.00
95	4.10
100	4.30

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03



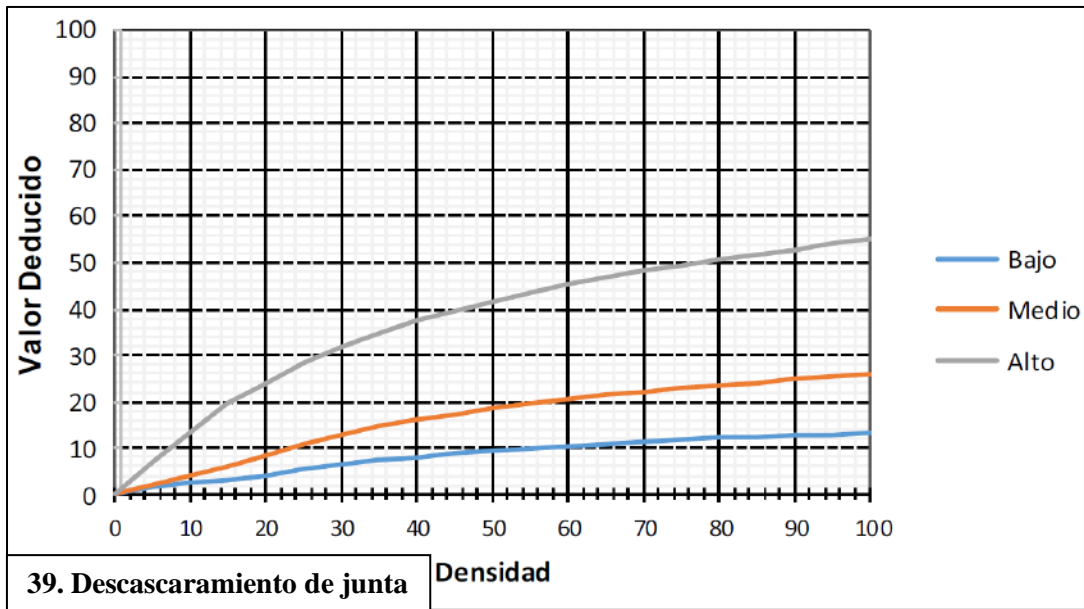


Figura 130: Ábaco para valor deducido para falla 39. Descascaramiento de junta.

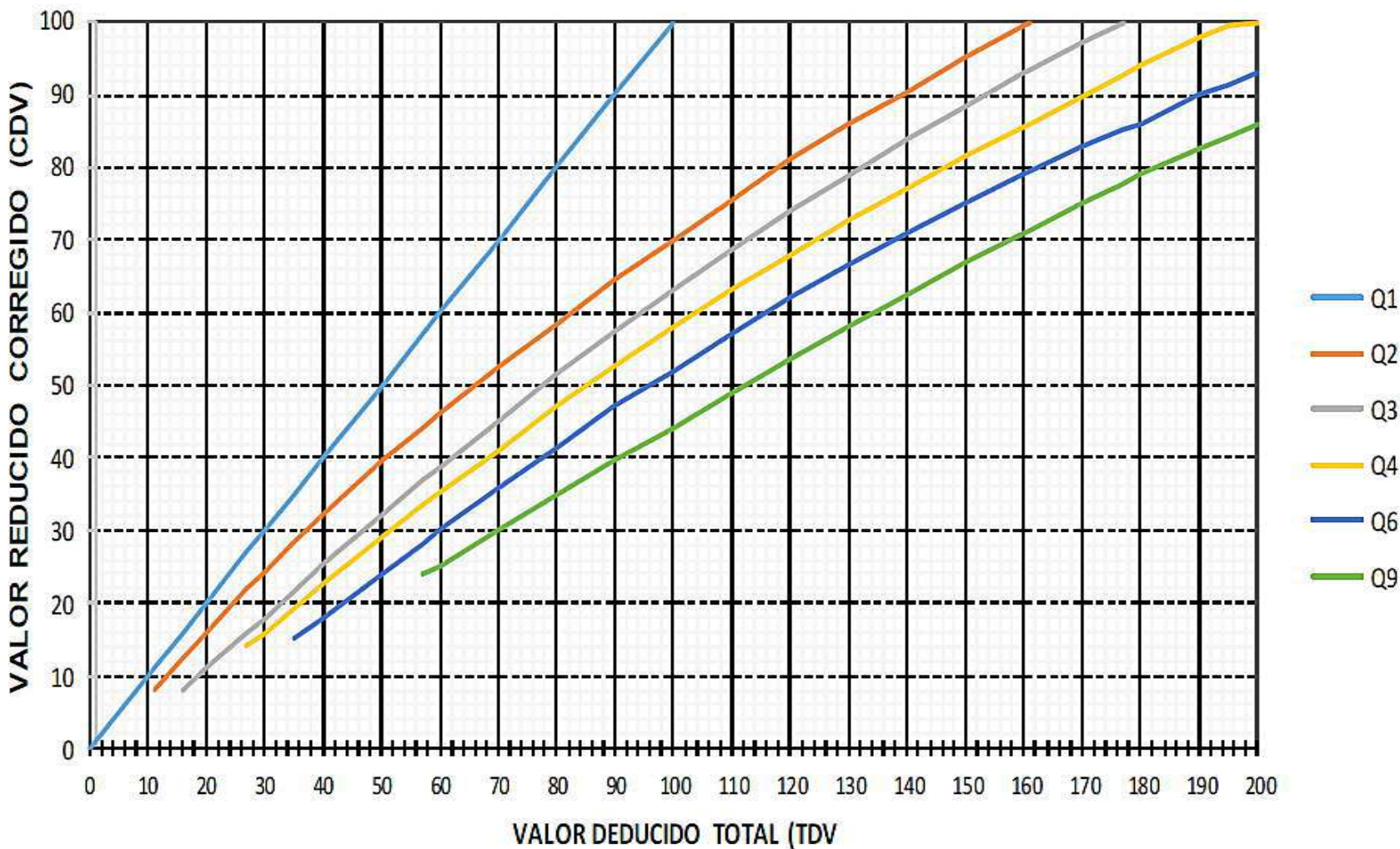
Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

Tabla 93: Valores deducidos para falla 39. Descascaramiento de junta.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	L	M	H
5	1.40	2.00	7.00
10	2.40	4.00	13.40
15	3.20	6.10	19.70
20	4.20	8.30	24.20
25	5.40	10.80	28.50
30	6.50	12.80	31.90
35	7.63	14.50	34.90
40	8.10	16.00	37.40
45	8.80	17.30	39.70
50	9.40	18.40	41.70
55	9.90	19.50	43.50
60	10.40	20.40	45.20
65	10.90	21.30	46.70
70	11.30	22.10	48.10
75	11.70	22.90	49.40
80	12.10	23.60	50.60
85	12.40	24.20	51.80
90	12.70	24.90	52.90
95	3.60	14.80	24.90
100	3.70	14.80	25.40

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03

**GRÁFICA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO**



*Figura 131: Curva de valor deducido corregido (CDV).*

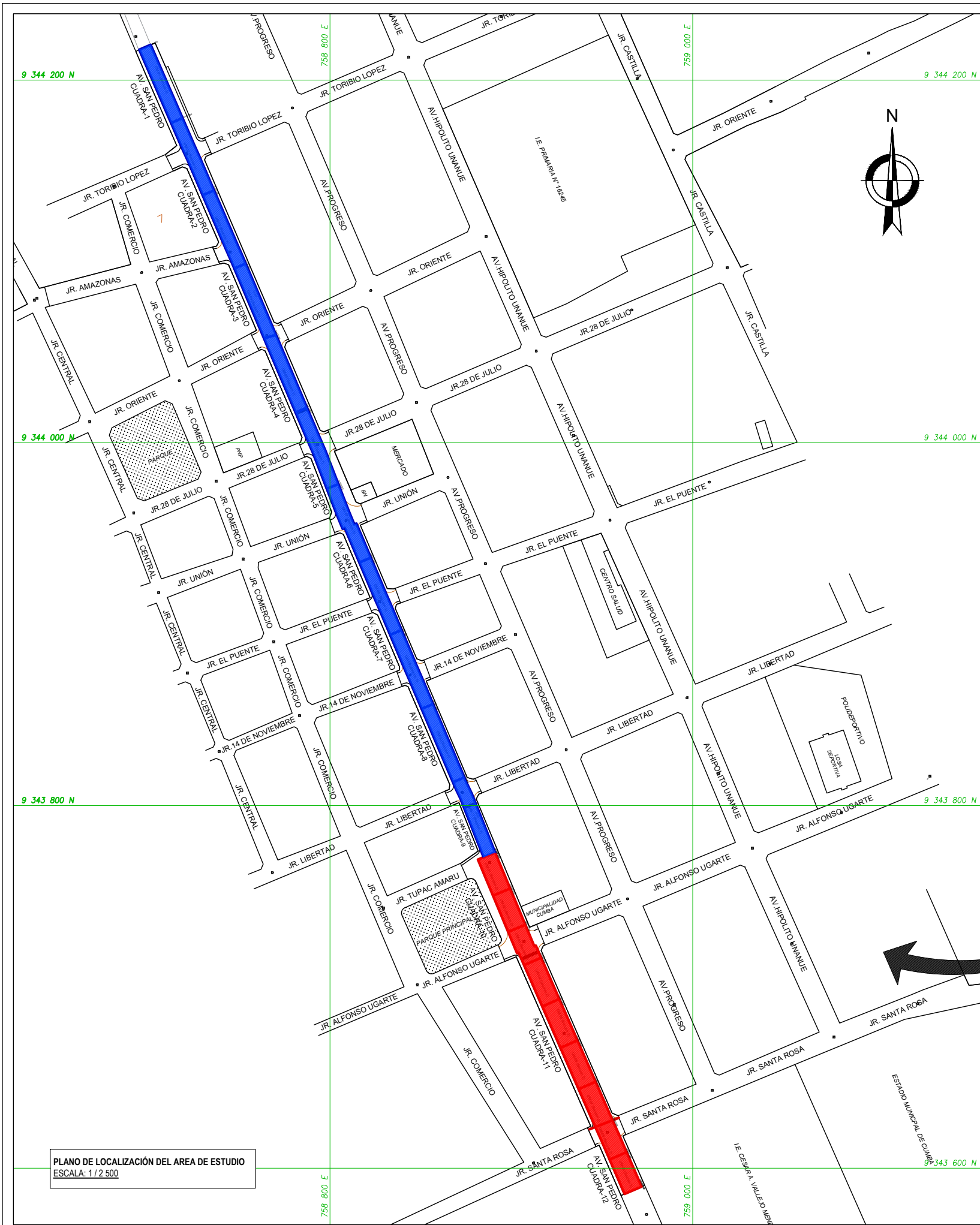
*Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03*

Tabla 94: Valores deducidos corregido (CDV).

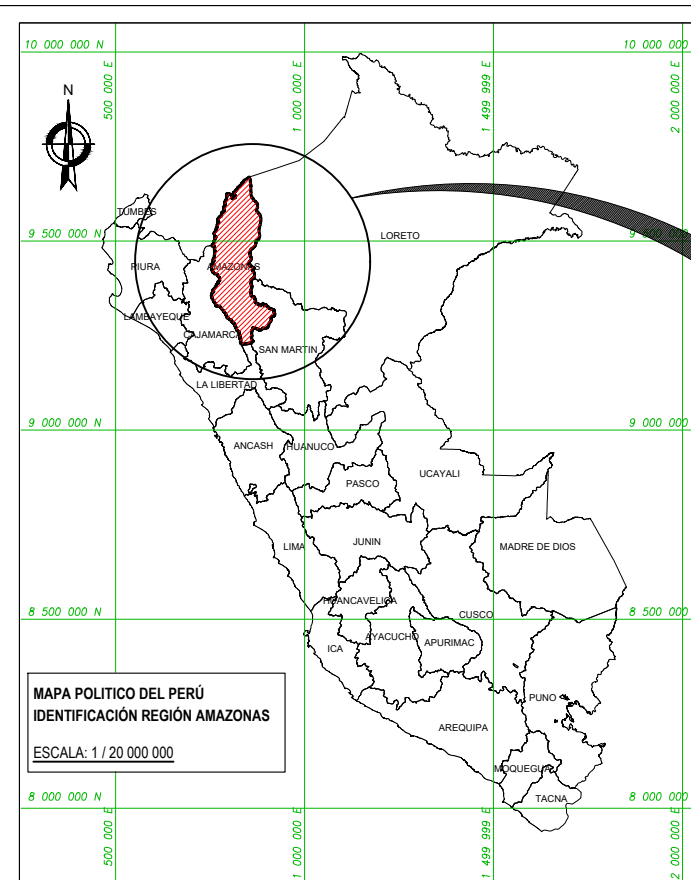
TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS					
	q1	q2	q3	q4	q6	q9
0	0.0					
10	10.0					
11	11.0	8.0				
16	16.0	12.4	8			
20	20.0	16.0	11			
27	27.0	21.9	15.9	14		
30	30.0	24.5	18	16		
35	35.0	28.5	21.7	19.2	15	
40	40.0	32.0	25.4	22.5	18	
50	50.0	39.5	32	29	24	
57	57.0	44.0	36.9	33.4	28.2	24
60	60.0	46.0	38.5	35.2	30	25
70	70.0	52.5	45	41.1	36	30
80	80.0	58.5	51.4	47	41.5	35
90	90.0	64.5	57.4	52.5	47	39.5
100	100.0	70.0	63	58	52	44
110		75.5	68.5	63	57	49
120		81.0	74	67.8	62	53
130		86.0	78.9	72.5	66.5	58
140		90.5	84	77	71	62.5
150		95.0	88.4	81.5	75	67
160		99.5	93	85.5	79	71
161		100.0	93.4	86	79.4	71.4
170			97	89.6	83	75
177			100	92.6	85.1	77.8
180				94	86	79
190				98	90	82.5
195				99.5	91.5	84.3
200				100	93	86

Fuente: Manual PCI, ASTM D 6433-03.

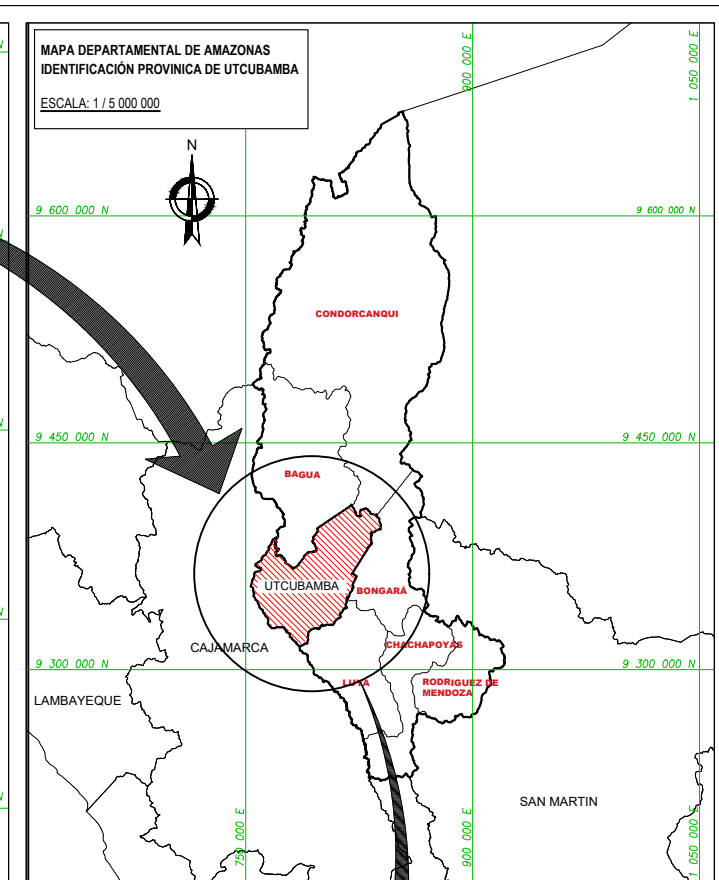
## **ANEXO 5: PLANOS**



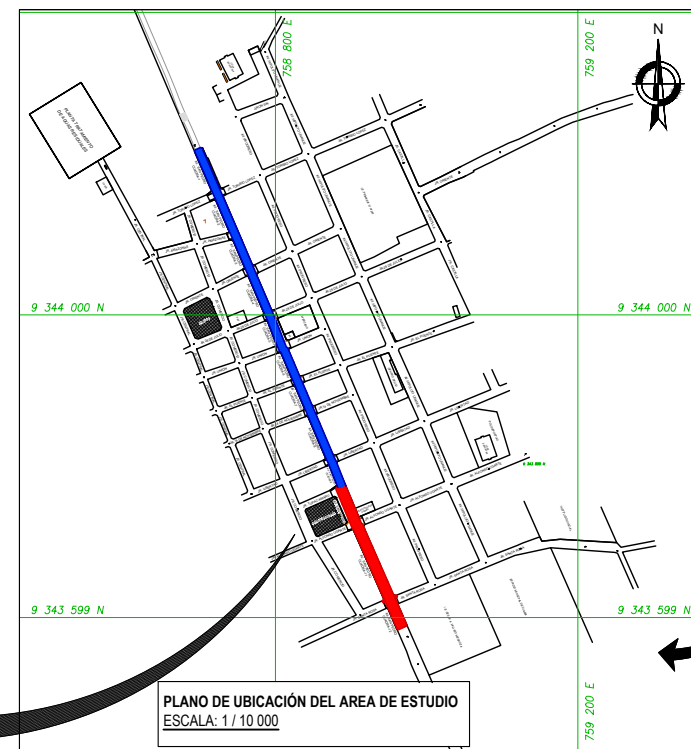
PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO  
ESCALA: 1 / 2 500



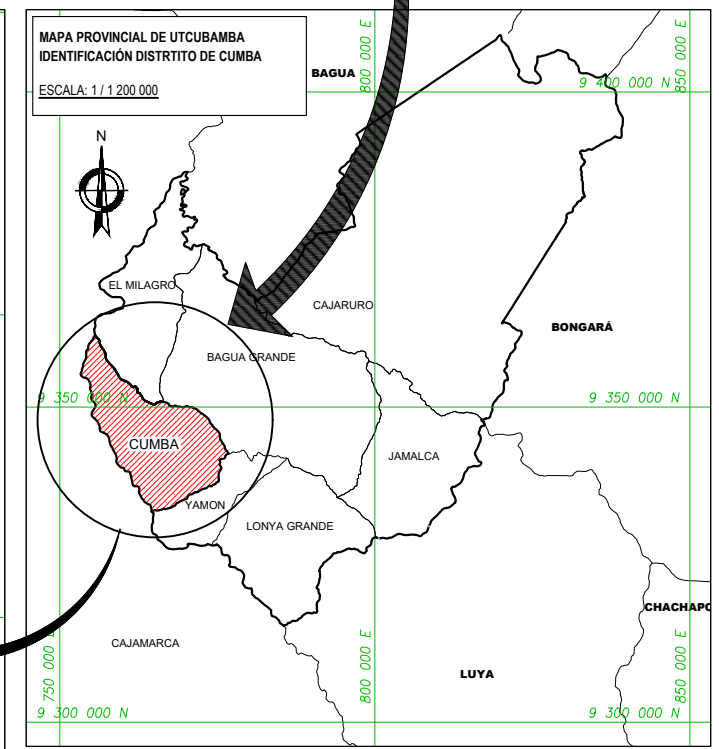
MAPA POLITICO DEL PERÚ  
IDENTIFICACIÓN REGIÓN AMAZONAS  
ESCALA: 1 / 20 000 000



MAPA DEPARTAMENTAL DE AMAZONAS  
IDENTIFICACIÓN PROVINCIA DE UTCUBAMBA  
ESCALA: 1 / 5 000 000



PLANO DE UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO  
ESCALA: 1 / 10 000



MAPA PROVINCIAL DE UTCUBAMBA  
IDENTIFICACIÓN DISTRITO DE CUMBA  
ESCALA: 1 / 1 200 000



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

<b>TESIS:</b>	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".			
<b>TESISTA:</b>	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO			
<b>ASESOR:</b>	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY			
<b>PLANO:</b>	PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN			ESCALA: 1/INDICADA
<b>UBICACIÓN:</b>	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA
				FECHA: NOV. 2023

LÁMINA:

**A**

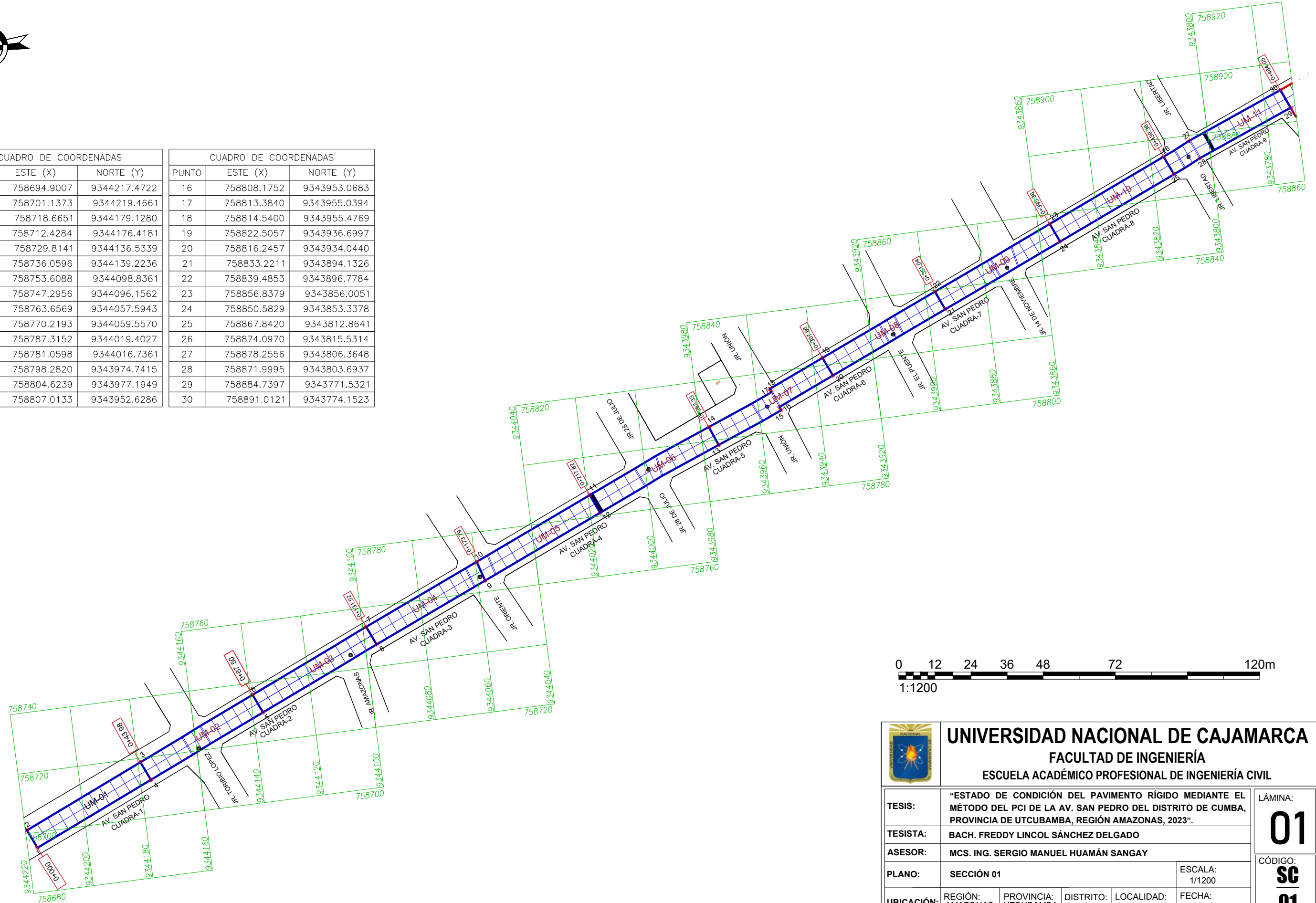
CÓDIGO:

**U-1  
01**

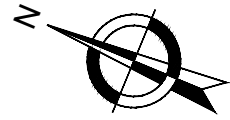




CUADRO DE COORDENADAS			CUADRO DE COORDENADAS		
PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	758694.9007	9344217.4722	16	758808.1752	9343953.0683
2	758701.1373	9344219.4661	17	758813.3840	9343955.0394
3	758718.6651	9344179.1280	18	758814.5400	9343955.4769
4	758712.4284	9344176.4181	19	758822.5057	9343936.6997
5	758729.8141	9344136.5339	20	758816.2457	9343934.0440
6	758736.0596	9344139.2236	21	758833.2211	9343894.1326
7	758753.6088	9344098.8361	22	758839.4853	9343896.7784
8	758747.2956	9344096.1562	23	758856.8379	9343856.0051
9	758763.6569	9344057.5943	24	758850.5829	9343853.3378
10	758770.2193	9344059.5570	25	758867.8420	9343812.8641
11	758787.3152	9344019.4027	26	758874.0970	9343815.5314
12	758781.0598	9344016.7361	27	758878.2556	9343806.3648
13	758798.2820	9343974.7415	28	758871.9995	9343803.6937
14	758804.6239	9343977.1949	29	758884.7397	9343771.5321
15	758807.0133	9343952.6286	30	758891.0121	9343774.1523



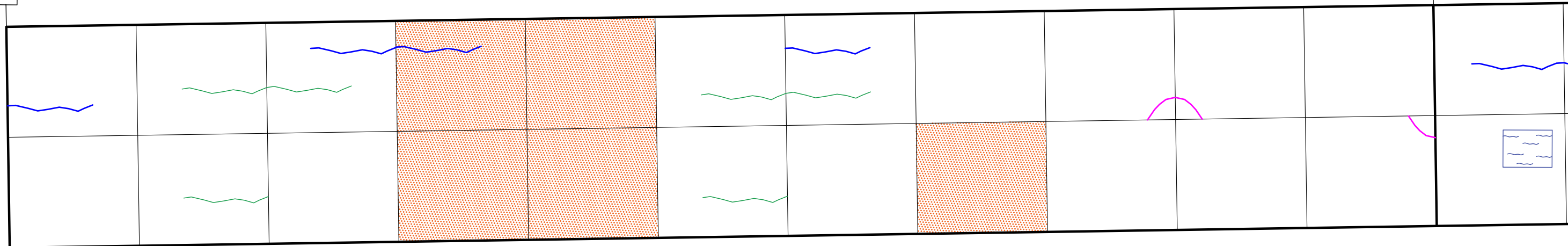
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
	<b>TESIS:</b> "ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".	<b>LÁMINA:</b> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">01</div>			
<b>TESISTA:</b> BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO	<b>CÓDIGO:</b> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">SC</div>				
<b>ASESOR:</b> MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY	<div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">01</div>				
<b>PLANO:</b> SECCIÓN 01	<b>ESCALA:</b> 1/1200		<b>FECHA:</b> NOV. 2023		
<b>UBICACIÓN:</b>	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	



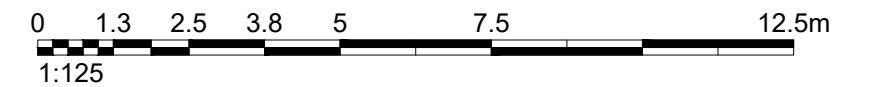
0+000

## UM-01 - SECCIÓN 1

0+43.98



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-1



LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".				LÁMINA:
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO				<b>01</b>
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY				
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 01 - SECCIÓN 01			ESCALA:	CÓDIGO: <b>UM</b> <b>01</b>
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	

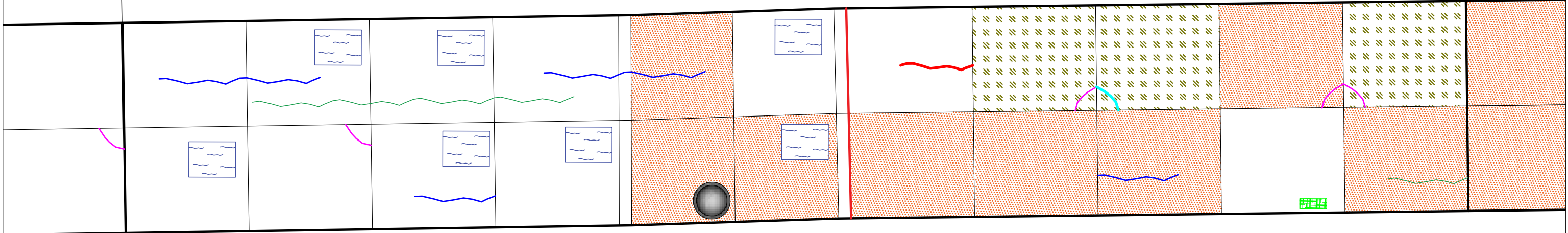


JR. TORIBIO L

UM-02 - SECCIÓN 1

0+43.98

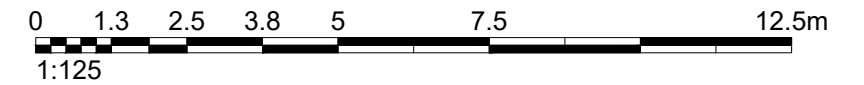
0+87.50



JR. TORIBIO LOPEZ

AV. SAN PEDRO  
CUADRA-2

LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	MEDIA	
22	GRIETA DE ESQUINA	ALTA	
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	ALTA	
30	PARCHEO PEQUEÑO	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	
37	RETRACCIÓN	-	
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	MEDIA	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".			
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO			
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY			
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 02 - SECCIÓN 01			ESCALA: 1/125
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA
				FECHA: NOV. 2023

LÁMINA:  
**01**  
CÓDIGO:  
**UM**  
**02**

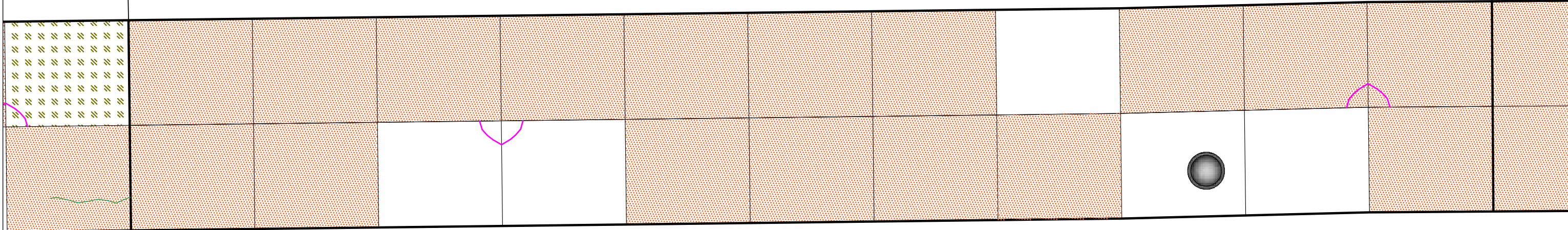




0+87.50

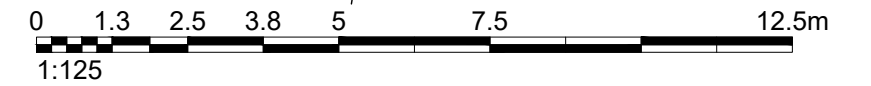
0+131.52

UM-03 - SECCIÓN 1



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-2

JR. AMAZONAS



LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

<b>TESIS:</b>	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".			
<b>TESISTA:</b>	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO			
<b>ASESOR:</b>	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY			
<b>PLANO:</b>	UNIDAD DE MUESTREO 03 - SECCIÓN 01			ESCALA: 1/125
<b>UBICACIÓN:</b>	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA
				FECHA: NOV. 2023

LÁMINA:  
**01**

CÓDIGO:  
**UM  
03**

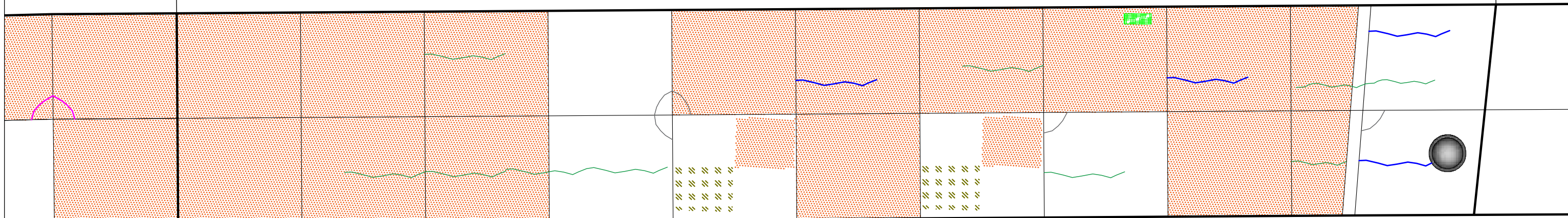


0+131.52

### UM-04 - SECCIÓN 1

0+173.79

JR. ORIENTE



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-3

JR. ORIENTE

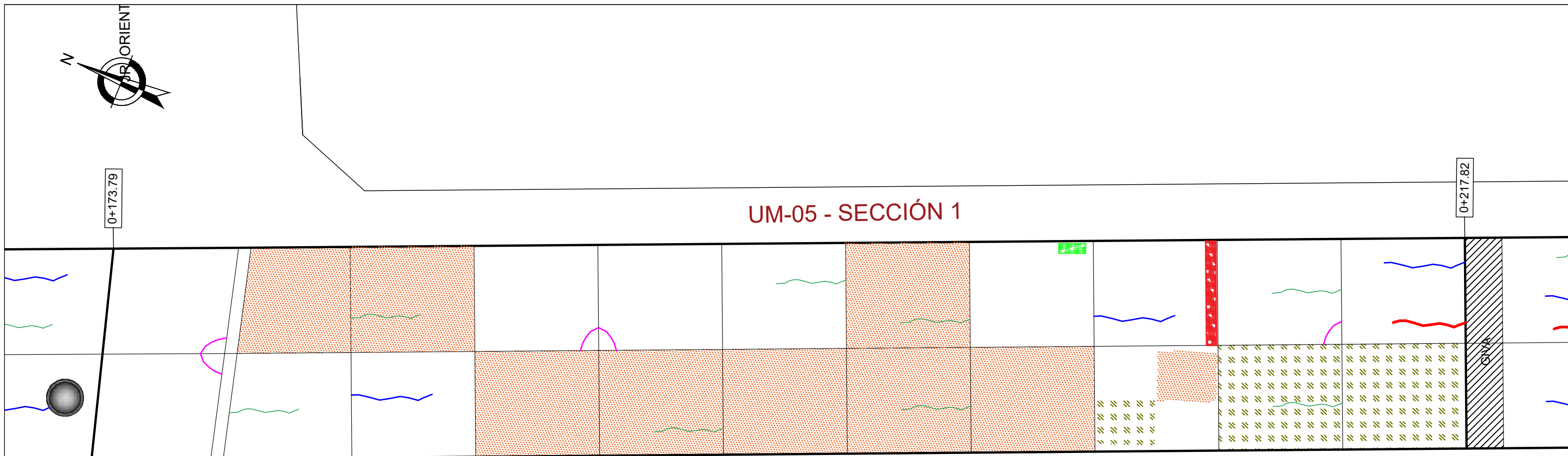


LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
30	PARCHEO PEQUEÑO	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
	<b>TESIS:</b> "ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".	<b>LÁMINA:</b> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">01</div>		
<b>TESISTA:</b> BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO	<b>CÓDIGO:</b> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">UM 04</div>			
<b>ASESOR:</b> MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY	<b>PLANO:</b> UNIDAD DE MUESTREO 04 - SECCIÓN 01	<b>ESCALA:</b> 1/125	<b>FECHA:</b> NOV. 2023	
<b>UBICACIÓN:</b>	REGIÓN: AMAZONAS PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	



## UM-05 - SECCIÓN 1



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-4

JR. ORIENTE

LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	ALTA	
29	PARCHE GRANDE	MEDIA	
30	PARCHEO PEQUEÑO	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>				<b>LÁMINA:</b> <b>01</b>
	FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>TESIS:</b>	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".			<b>CÓDIGO:</b> <b>UM</b> <b>05</b>	
<b>TESISTA:</b>	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO				
<b>ASESOR:</b>	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY			<b>ESCALA:</b> 1/125	
<b>PLANO:</b>	UNIDAD DE MUESTREO 05 - SECCIÓN 01				
<b>UBICACIÓN:</b>	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	<b>FECHA:</b> NOV. 2023

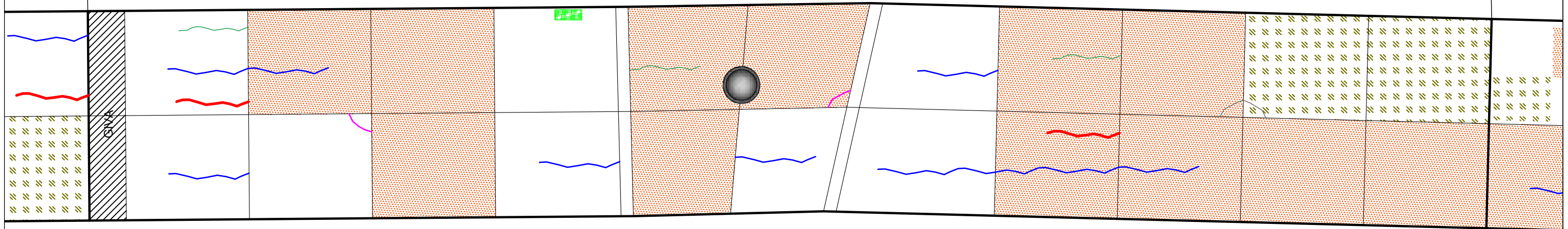


JR.28 DE JULIO

UM-06 - SECCIÓN 1

0+217.82

0+263.33

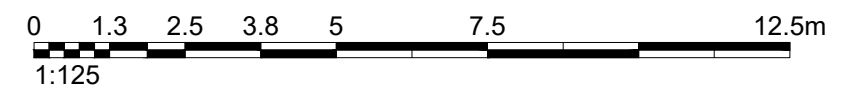


AV. SAN PEDRO  
CUADRA-5

JR.28 DE JULIO

LEYENDA

COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	ALTA	
30	PARCHEO PEQUEÑO	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				LÁMINA: <h1 style="font-size: 2em;">01</h1>
	<b>TESIS:</b> "ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".				
<b>TESISTA:</b> BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO					
<b>ASESOR:</b> MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY					
<b>PLANO:</b> UNIDAD DE MUESTREO 06 - SECCIÓN 01			ESCALA: 1/125		
<b>UBICACIÓN:</b>	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	FECHA: NOV. 2023

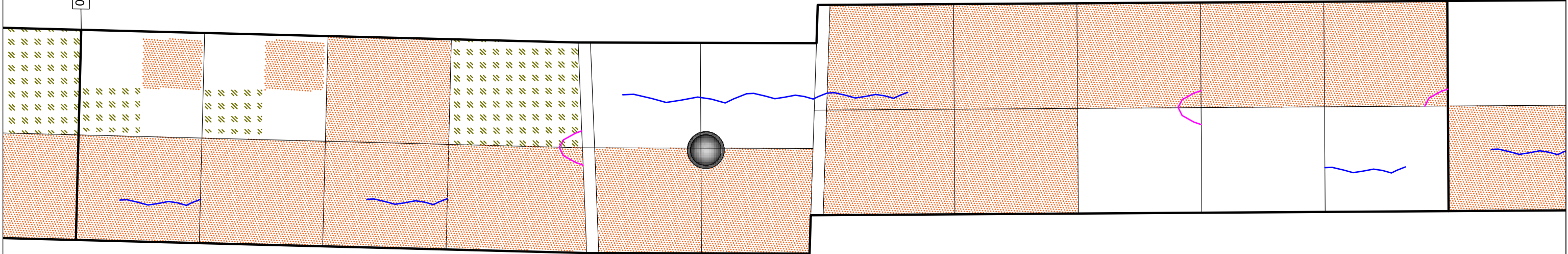




UM-07 - SECCIÓN 1

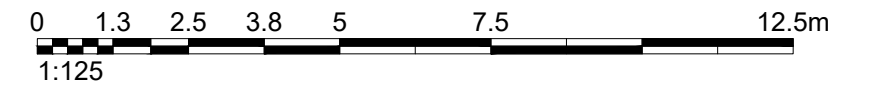
0+263.33

0+307.66



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-6

JR. UNIÓN



LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

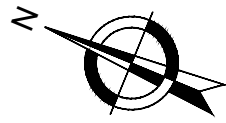
TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".			
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO			
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY			
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 07 - SECCIÓN 01			ESCALA: 1/125
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA
				FECHA: NOV. 2023

LÁMINA:

**01**

CÓDIGO:

**UM  
07**

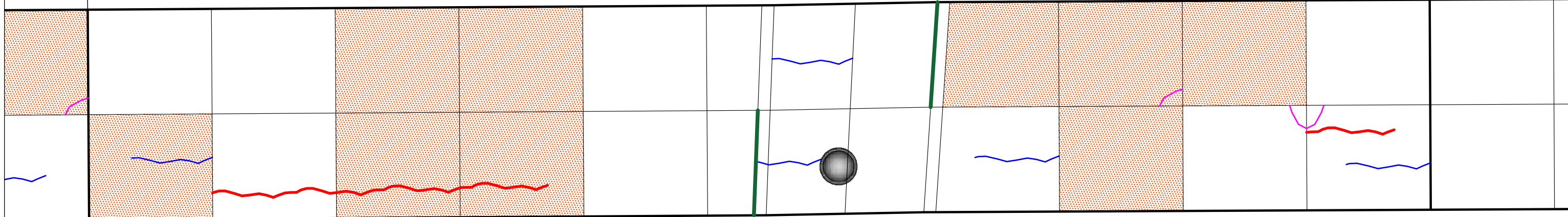


JR. EL PUENTE

UM-08 - SECCIÓN 1

0+307.66

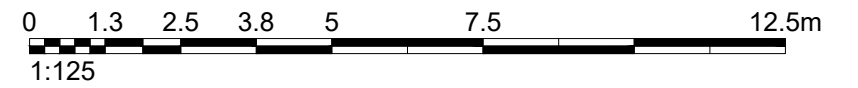
0+351.04



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-6

JR. EL PUENTE

AV. SAN PEDRO  
CUADRA-7

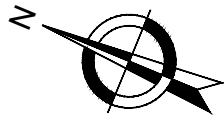


LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	ALTA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
39	DESCASCAMIENTO DE JUNTA	ALTA	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".				LÁMINA: <b>01</b>
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO				CÓDIGO: <b>UM</b> <b>08</b>
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY				
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 08 - SECCIÓN 01			ESCALA: 1/125	
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	FECHA: NOV. 2023

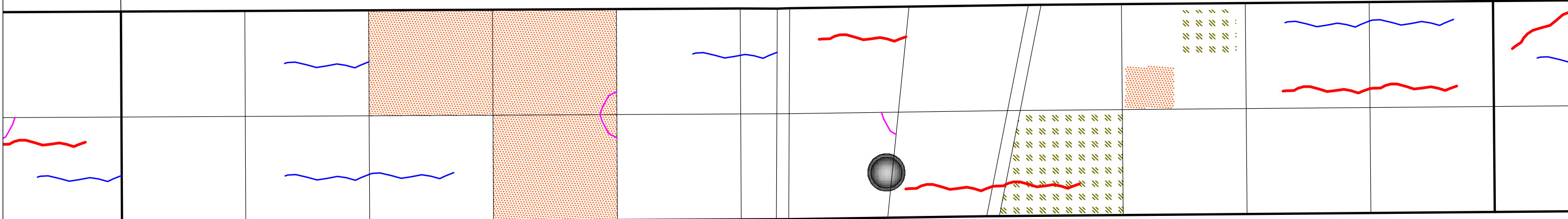


JR.14 DE

UM-09 - SECCIÓN 1

0+351.04

0+395.36



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-7

JR.14 DE NOVIEMBRE



LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	ALTA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".			
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO			
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY			
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 09 - SECCIÓN 01			ESCALA: 1/125
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA
				FECHA: NOV. 2023

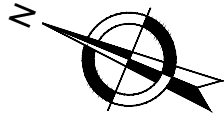
LÁMINA:

**01**

CÓDIGO:

**UM  
09**

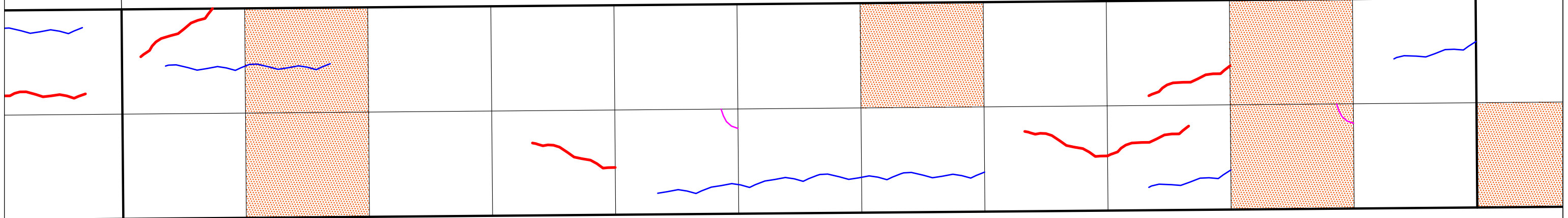




0+395.36

## UM-10 - SECCIÓN 1

0+439.36



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-8



LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
22	GRIETA DE ESQUINA	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	ALTA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".				LÁMINA:	<b>01</b>
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO				CÓDIGO:	
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY				ESCALA:	<b>UM</b>
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 10 - SECCIÓN 01			1/125	<b>10</b>	
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA		FECHA: NOV. 2023



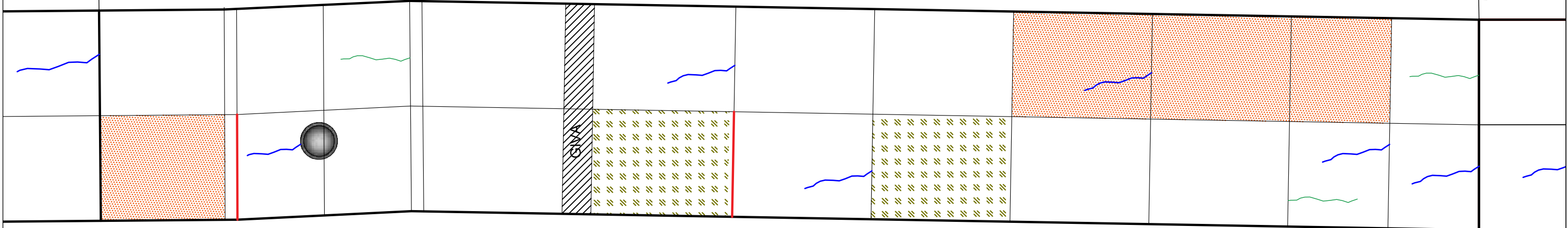


JR. LIBERTAD

0+439.36

UM-11 - SECCIÓN 1

0+484.05



JR. LIBERTAD

AV. SAN PEDRO  
CUADRA-9

JR. TUPAC AMARU



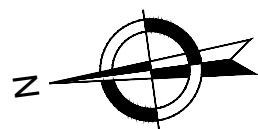
LEYENDA

COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	MEDIA	

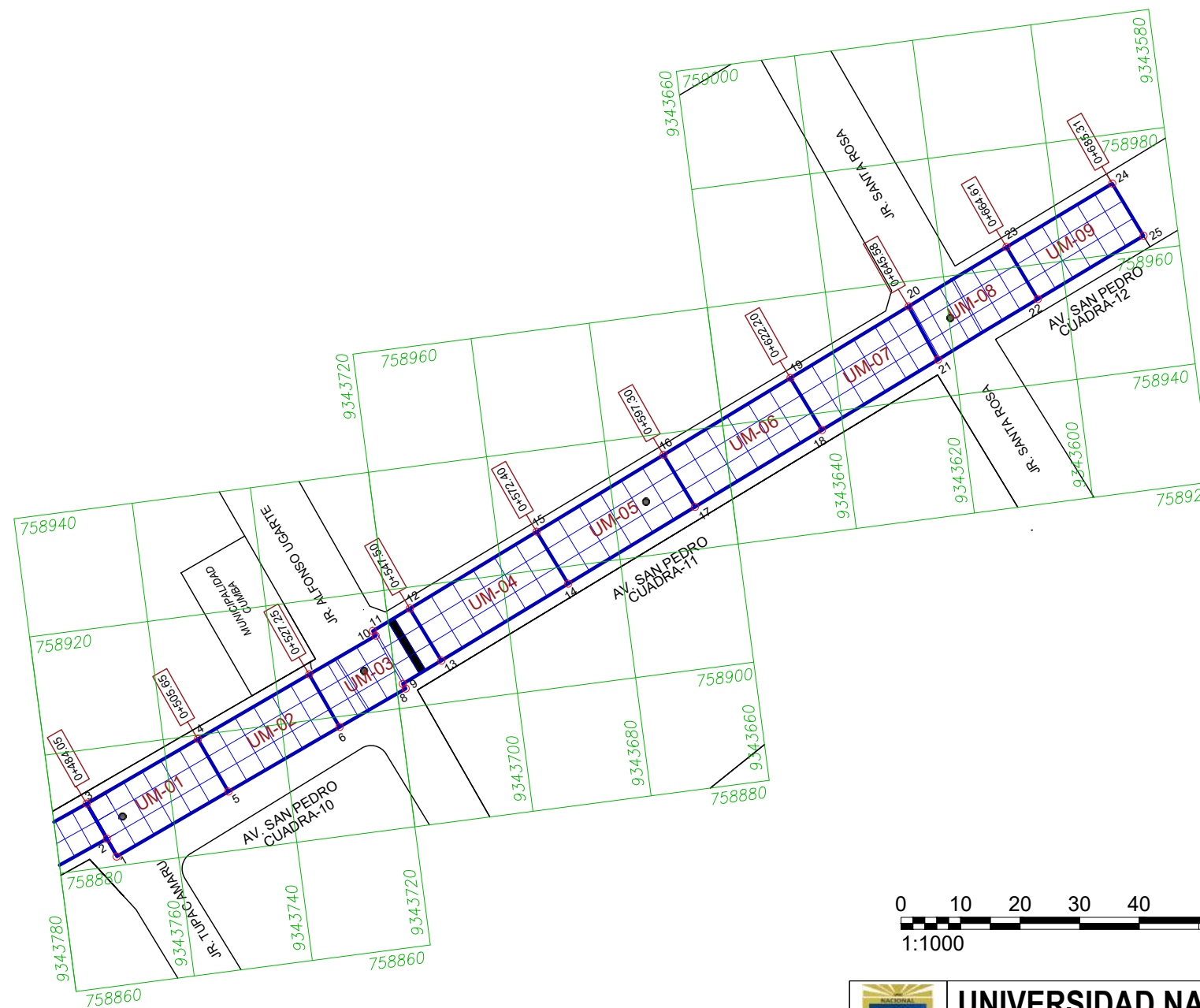


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".				LÁMINA:	<b>01</b>
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO				CÓDIGO:	
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY				ESCALA:	<b>UM</b>
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 11 - SECCIÓN 01			FECHA:	<b>11</b>	
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA		FECHA: NOV. 2023



CUADRO DE COORDENADAS		
PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	758881.5457	9343770.3193
2	758884.7350	9343771.5349
3	758891.0154	9343774.1444
4	758899.3415	9343754.2136
5	758889.9306	9343750.2822
6	758898.2515	9343730.3632
7	758907.6676	9343734.2828
8	758903.1907	9343718.5394
9	758904.0389	9343718.9121
10	758912.6406	9343722.3785
11	758913.5040	9343722.7265
12	758916.4195	9343716.0912
13	758907.0812	9343711.9880
14	758917.0979	9343689.1916
15	758926.4362	9343693.2948
16	758936.4528	9343670.4984
17	758927.1145	9343666.3952
18	758937.1311	9343643.5987
19	758946.4694	9343647.7019
20	758955.8018	9343626.4627
21	758946.2879	9343622.7593
22	758954.2045	9343604.7999
23	758963.5617	9343608.8598
24	758971.8111	9343589.8746
25	758962.4437	9343585.8103



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

<b>TESIS:</b>	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".			
<b>TESISTA:</b>	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO			
<b>ASESOR:</b>	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY			
<b>PLANO:</b>	SECCIÓN 02			ESCALA: 1/1000
<b>UBICACIÓN:</b>	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA
				FECHA: NOV. 2023

LÁMINA:

**02**

CÓDIGO:

**SC**  
**01**

MUNICIPALIDAD  
CUMBA



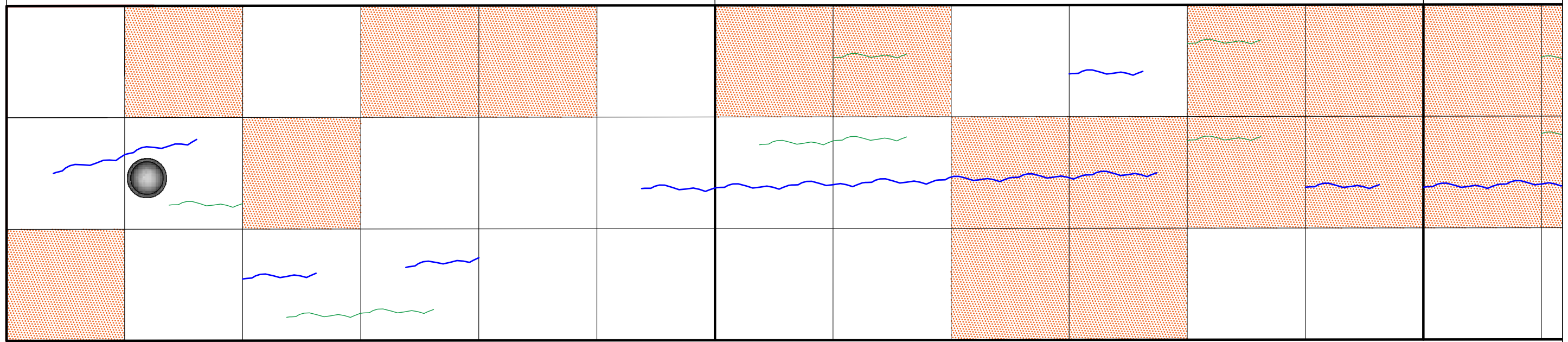
0+484.05

UM-01 - SECCIÓN 2

0+505.65

UM-02 - SECCIÓN 2

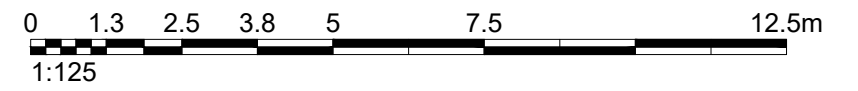
0+527.25



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-10

AV. SAN PEDRO  
CUADRA-10

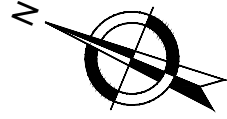
JR. TUPAC AMARU



LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>				LÁMINA: <b>02</b>
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					CÓDIGO: <b>UM</b>
TESIS: "ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".					
TESISTA: BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO					CÓDIGO: <b>01</b>
ASESOR: MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY					
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO 01 Y 02 - SECCIÓN 02				ESCALA: 1/125	FECHA: NOV. 2023
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	





JR. ALFONSO UGARTE

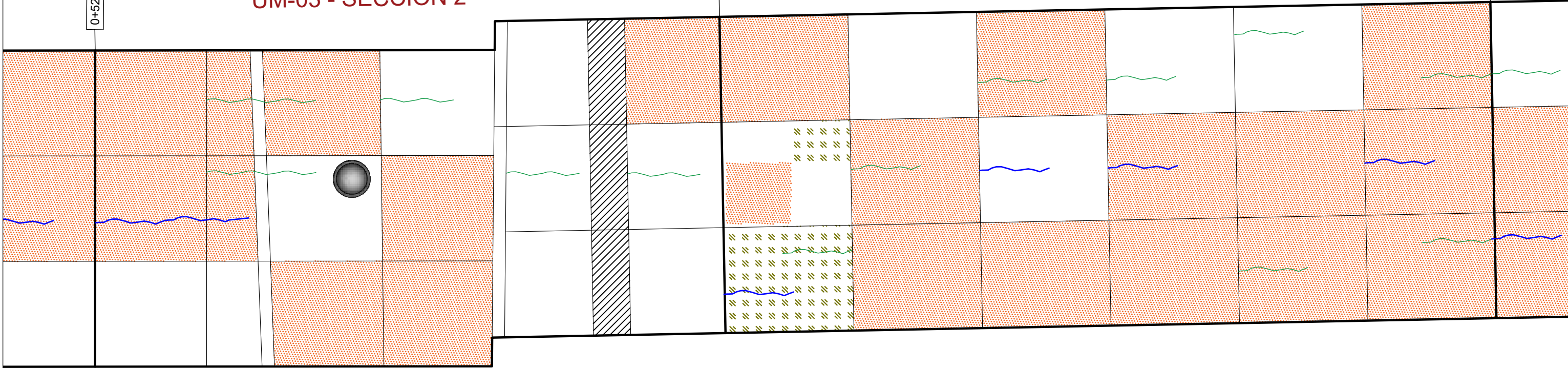
0+527.25

UM-03 - SECCIÓN 2

0+547.50

UM-04 - SECCIÓN 2

0+572.40



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-11



LEYENDA

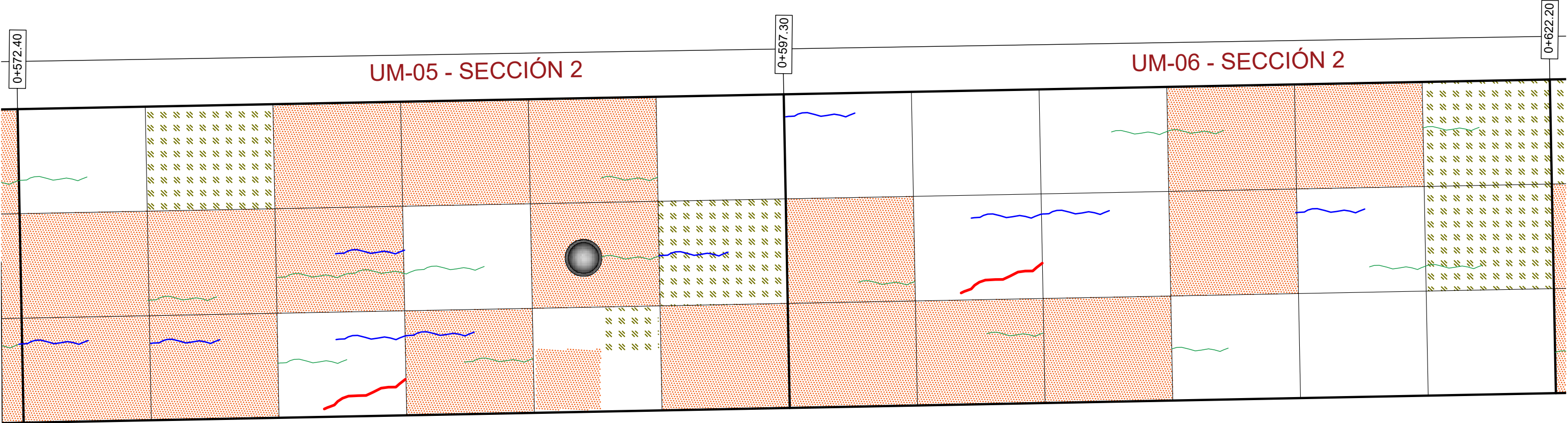
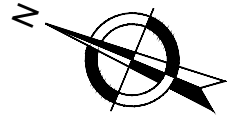
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".				LÁMINA:	<b>02</b>
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO				CÓDIGO:	
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY				ESCALA:	<b>UM</b> <b>02</b>
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 03 Y 04 - SECCIÓN 02			1/125		
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	FECHA: NOV. 2023	





AV. SAN PEDRO  
CUADRA-11

AV. SAN PEDRO  
CUADRA-11



LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>				LÁMINA: <b>02</b>
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					CÓDIGO: <b>UM</b>
TESIS: "ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".					
TESISTA: BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO					ESCALA: 1/125
ASESOR: MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY					
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO 05 Y 06 - SECCIÓN 02					FECHA: NOV. 2023
UBICACIÓN: REGIÓN: AMAZONAS   PROVINCIA: UTCUBAMBA   DISTRITO: CUMBA   LOCALIDAD: CUMBA					
					<b>03</b>





0+622.20

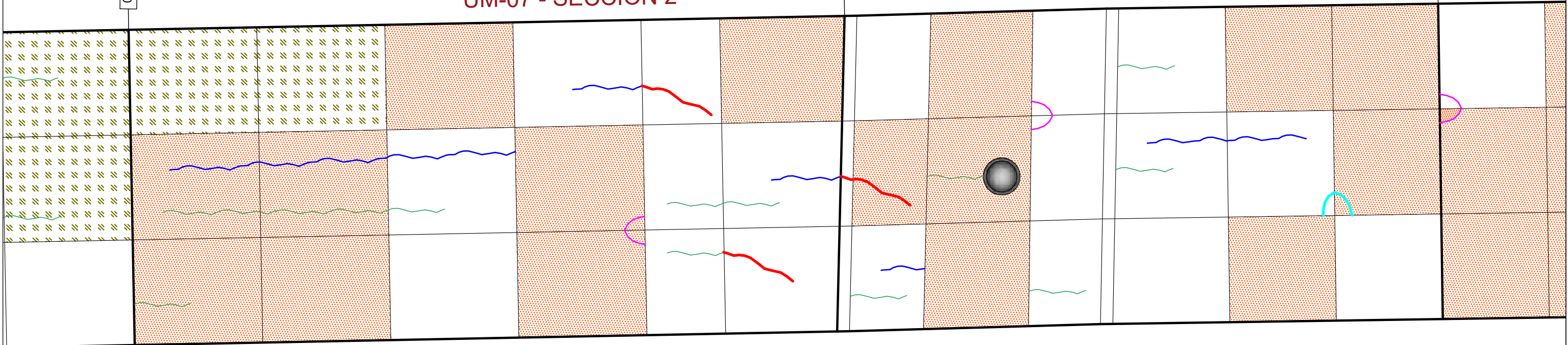
UM-07 - SECCIÓN 2

0+645.58

JR. SANTA R

UM-08 - SECCIÓN 2

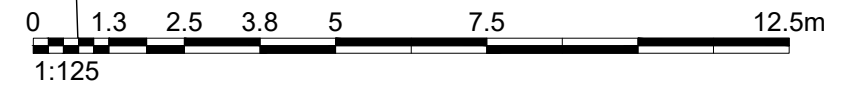
0+664.61



AV. SAN PEDRO  
CUADRA-11

JR. SANTA ROSA

AV. SAN PEDRO  
CUADRA-12



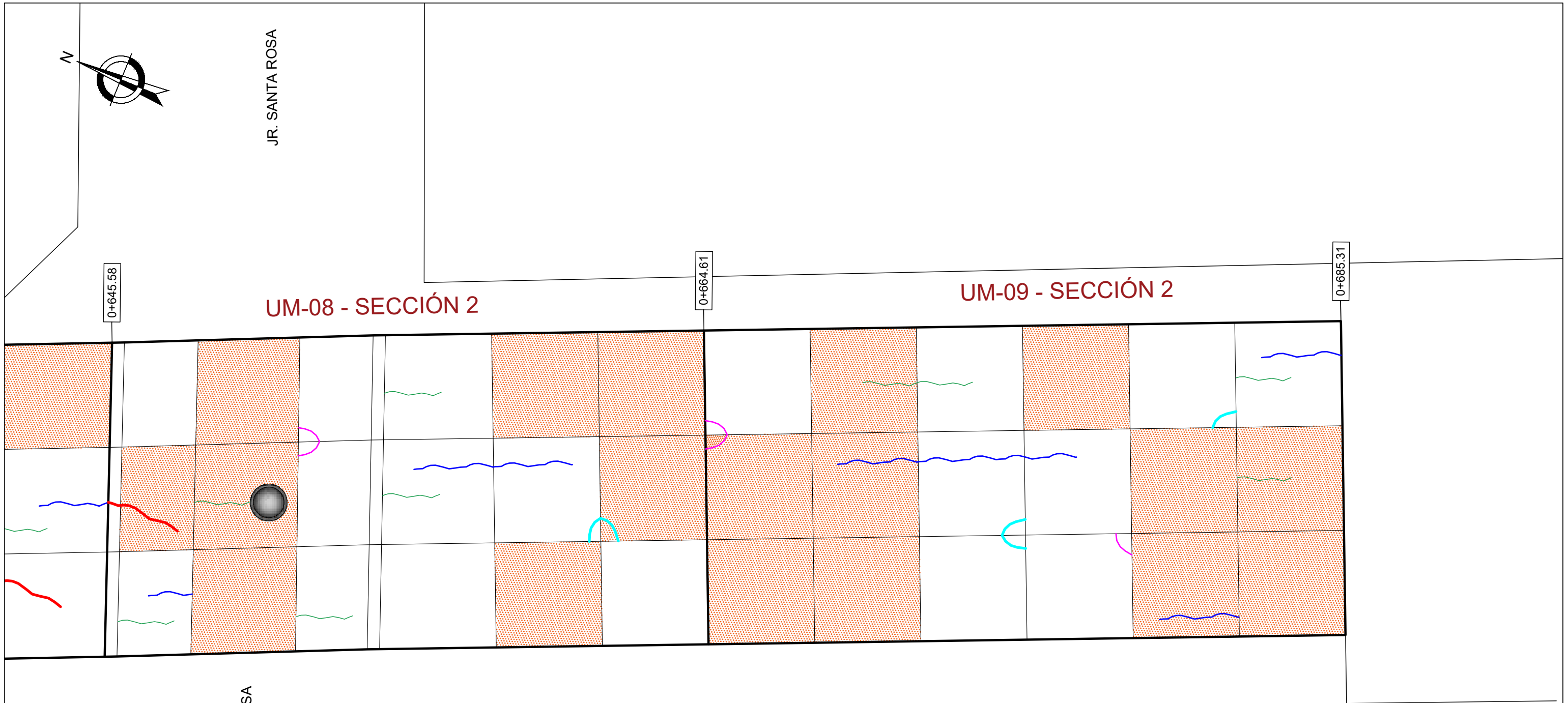
LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	



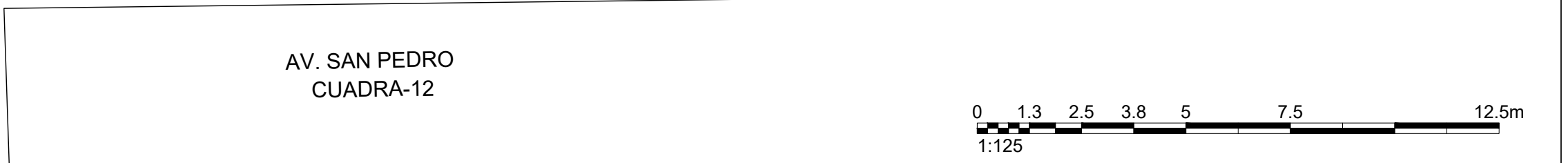
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".				LÁMINA:
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO				<b>02</b>
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY				
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 07 Y 08 - SECCIÓN 02			ESCALA:	<b>UM</b>
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	
				FECHA: NOV. 2023	





JR. SANTA ROSA



LEYENDA			
COGIGO DE FALLA	FALLA	SEVERIDAD	SÍMBOLO
28	GRIETA LINEAL	BAJA	
28	GRIETA LINEAL	MEDIA	
28	GRIETA LINEAL	ALTA	
31	PULIMIENTO DE AGREGADOS	-	
32	POPOUTS	-	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>				LÁMINA: <b>02</b>
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	"ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. SAN PEDRO DEL DISTRITO DE CUMBA, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS, 2023".				CÓDIGO: <b>UM</b> <b>05</b>
TESISTA:	BACH. FREDDY LINCOL SÁNCHEZ DELGADO				
ASESOR:	MCS. ING. SERGIO MANUEL HUAMÁN SANGAY				
PLANO:	UNIDAD DE MUESTREO 09 - SECCIÓN 02			ESCALA: 1/125	
UBICACIÓN:	REGIÓN: AMAZONAS	PROVINCIA: UTCUBAMBA	DISTRITO: CUMBA	LOCALIDAD: CUMBA	FECHA: NOV. 2023