

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA DE TESIS

**“ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DEL JR. 28 DE JULIO -
HUÁNUCO, APLICANDO NORMAS ASTM D6433 Y DEL MTC, PARA SU TIPO
DE INTERVENCIÓN, 2016”**

TESISTA

BACH. ING. KARLA MEDINA MAMANI

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

HUÁNUCO - PERU

2016

Dedicatoria

A mis madres, Agripina y Carina, por estar ahí cuando más las necesitaba y enseñarme que todo sacrificio tiene su recompensa.

A mis hijos, Cizely y Santiago, por ser mi motivación a nunca rendirme.

A mi esposo por su apoyo incondicional.



RESUMEN

El trabajo de investigación denominado “Índice de Condición de Pavimento Rígido del Jr. 28 de Julio - Huánuco, Aplicando Normas ASTM D6433 Y del MTC, para su Tipo de Intervención, 2016, tuvo como objetivo determinar el índice de condición del pavimento, para su tipo de intervención, en dicha vía.

En el Capítulo I: Aspectos de Investigación, se desarrolla la metodología de investigación adecuada para la formulación y planteamiento del problema, identifica los objetivos y su importancia, apoyándose en los antecedentes internacionales y nacionales relacionados con el tema de investigación para suponer la hipótesis y sus variables y determinar que la investigación es aplicada con un enfoque mixto, tipo y nivel descriptivo, diseño no experimental.

En el Capítulo II: Caso de estudio, se desarrolla los aspectos generales y específicos propios de la zona de estudio, como su descripción, ubicación, características geométricas de la vía, es decir se trata del pavimento del Jr. 28 de Julio ubicada dentro de la zona urbana de la ciudad de Huánuco, el cual cuenta en su totalidad con un pavimento rígido, con una longitud total de 1850ml desde su punto de inicio en el Jr. Junín y su punto final en el Jr. 14 de Agosto y tiene una sección de 5.00ml.

En el Capítulo III: Análisis y Aplicación del Método PCI, comprende la aplicación del PCI (Índice de condición del pavimento) en el pavimento del Jr. 28 de Julio del distrito de Huánuco para después poder aplicar su tipo de intervención en el pavimento, se determinó la población del estudio que es de 15 unidades muestrales y que corresponde a las 15 cuadras dl Jr. 28 de Julio, las cuales analizadas al 100%, encontrándose 700 losas de fallas del pavimento rígido a lo largo del pavimento.



En el Capítulo IV: Resultados y Discusión de Resultados: de los 19 tipos de fallas del ASTM D6433 se encontraron 9 tipos de fallas con su respectiva severidad: alta, media y baja. Se analizaron los tipos de fallas de acuerdo a sus severidades, siendo el más representativo o el de mayor incidencia el tipo de falla grieta lineal de severidad baja con 180 losas, le sigue el tipo de falla escala de severidad baja con 140 losas y el tipo de falla desconchamiento de severidad baja con 60 losas. Se puede ver que del 100% tenemos un 53% en estado bueno, el 20% un estado muy malo y con un 27% de pavimento rígido fallado.

En el Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones, que analizadas y aplicadas dos tipos de intervenciones, el método PCI y el método del MTC, se concluye que las cuadras del 1 al 4 se necesita una intervención rápida de una rehabilitación de reposición del pavimento rígido y de la cuadra 5 al 15 un mantenimiento correctivo de sellos en fisuras y grietas en calzadas.



SUMMARY

The research work called "Rigid Pavement Condition Index of Jr. 28 de Julio - Huánuco, Applying ASTM D6433 Standards and MTC, for its Type of Intervention, 2016, aimed to determine the condition index of the pavement, for its type of intervention, in that way.

In Chapter I: Aspects of Research, the appropriate research methodology is developed for the formulation and approach of the problem, identifies the objectives and their importance, relying on the international and national antecedents related to the research topic to suppose the hypothesis and their variables and determine that the research is applied with a mixed approach, type and descriptive level, non-experimental design.

In Chapter II: Case study, the general and specific aspects of the study area are developed, such as its description, location, geometrical characteristics of the road, that is, it is the pavement of Jr. 28 de Julio located within the urban area of the city of Huánuco, which has a rigid pavement in its entirety, with a total length of 1850ml from its starting point in Jr. Junín and its final point in Jr. 14 de Agosto and has a 5.00ml section.

In Chapter III: Analysis and Application of the PCI Method, it includes the application of the PCI (pavement condition index) on the pavement of Jr. 28 de Julio, Huánuco district, to be able to apply its type of intervention on the pavement. determined the population of the study that is of 15 sample units and that corresponds to the 15 blocks of Jr. 28 of July, which analyzed at 100%, finding 700 fault tiles of the rigid pavement along the pavement.

In Chapter IV: Results and Discussion of Results: Of the 19 types of failures of ASTM D6433, 9 types of failures were found with their respective severity: high, medium and low. The types of failures were analyzed according to their severities, being the most representative or the highest incidence the type of crack linear crack of low severity with 180 slabs, followed by the type of



failure scale of low severity with 140 slabs and the type of failure of stripping of low severity with 60 slabs. You can see that 100% have a good 53%, 20% a very bad state and 27% of rigid pavement failed.

In Chapter V: Conclusions and Recommendations, which analyzed and applied two types of interventions, the PCI method and the MTC method, it is concluded that the blocks from 1 to 4 need a rapid intervention of a rehabilitation of replacement of the rigid pavement and from block 5 to 15 a corrective maintenance of seals in cracks and crevices in roadways.



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: ASPECTOS DE INVESTIGACIÓN	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1.1 <i>Fundamentación del problema:</i>	4
1.1.2 <i>Formulación del problema:</i>	4
1.1.3 <i>Objetivos:</i>	5
1.1.4 <i>Justificación e importancia:</i>	5
1.1.5 <i>Limitaciones:</i>	6
1.1.6 <i>Alcances:</i>	6
1.2 MARCO TEÓRICO.....	6
1.2.1 <i>Antecedentes de la investigación:</i>	6
1.2.2 <i>Bases teóricas:</i>	10
1.2.3 <i>Marco conceptual</i>	78
1.3 MARCO METODOLÓGICO	81
1.3.1 <i>Hipótesis:</i>	81
1.3.2 <i>Tipo de la investigación:</i>	81
1.3.3 <i>Nivel de la investigación:</i>	82
1.3.4 <i>Diseño de la investigación:</i>	82
1.3.5 <i>Sistema de variables:</i>	83
1.3.6 <i>Operación de variables</i>	83
1.3.7 <i>Determinación del universo / población:</i>	83
1.3.8 <i>Selección de la muestra:</i>	83
1.3.9 <i>Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos:</i>	84
1.3.10 <i>Procesamiento y presentación de datos:</i>	84
CAPITULO II: CASO DE ESTUDIO	85
2.1 DATOS GENERALES:	86



2.1.1 Ubicación.....	86
2.1.2 Descripción de la Sección.....	87
2.1.3 Estructura del Pavimento.....	88
2.1.4 Ubicación Geográfica:	1
2.1.5 Estudio de tráfico:.....	1
2.1.6 Estudio de suelos.....	91
CAPITULO III: ANALISIS (APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI)	92
3.1 TIPOS DE FALLA DEL PAVIMENTO	93
3.1.1 Proceso	93
3.1.2 Formato óptimo de recolección de datos del pavimento rígido:	93
3.1.3 Cálculo de las Unidades de Muestreo:	95
3.1.4 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:	96
3.1.5 Trabajo de campo inspección y levantamiento de datos.....	98
3.1.6 Inspección de Unidades de Muestra	99
3.1.7 Calculo del PCI de las Unidades de Muestreo	99
4.1 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	104
4.2 APLICACIÓN DEL PCI	105
4.3 RESULTADOS	107
4.3.1 Unidad de muestra UM - 01	107
4.3.2 Unidad de muestra UM - 02	114
4.3.3 Unidad de muestra UM - 03	121
4.3.4 Unidad de muestra UM - 04	128
4.3.5 Unidad de muestra UM - 05	135
4.3.6 Unidad de muestra UM - 06	141
4.3.7 Unidad de muestra UM - 07	147
4.3.8 Unidad de muestra UM - 08	154
4.3.9 Unidad de muestra UM - 09	161
4.3.10 Unidad de muestra UM - 10	167



4.3.11 Unidad de muestra UM - 11	173
4.3.12 Unidad de muestra UM - 12	180
4.3.13 Unidad de muestra UM - 13	187
4.3.14 Unidad de muestra UM – 14.....	193
4.3.15 Unidad de muestra UM - 15	200
4.4 RESULTADOS OBTENIDOS POR NÚMERO DE FALLAS SEGÚN TIPO.....	207
4.4.1 Determinación del índice de estado del pavimento	208
4.4.2 Resultados obtenidos por tipo de falla y severidad:	209
4.5 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN SEGÚN EL ASTM D6433 Y EL MTC.....	218
4.5.1 Alternativa de solución según el ASTM D6433:	218
4.5.2 Alternativa de solución según MTC.....	219
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	222
CONCLUSIONES:	223
RECOMENDACIONES:.....	224
A nivel de estudio.....	224
A nivel de investigación (futuras líneas de investigación).....	224
A nivel de ejecución	224
BIBLIOGRAFÍA	226
ANEXO I: ABACO DEL MTC	229
ANEXO II: PANEL FOTOGRÁFICO.....	230



ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI.....	11
CUADRO 2: FORMATO DE PCI DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO.....	13
CUADRO 3: FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO.....	18
CUADRO 4: NIVELES DE SEVERIDAD PARA LOSA DIVIDIDA	20
CUADRO 5: NIVELES DE SEVERIDAD PARA ESCALA.....	22
CUADRO 6: NIVELES DE SEVERIDAD PARA PUNZONAMIENTO	32
CUADRO 7: NIVELES DE SEVERIDAD PARA DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	38
CUADRO 8: NIVELES DE SEVERIDAD DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS	41
CUADRO 9: DAÑOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	49
CUADRO 10: DAÑOS DE PAVIMENTO RÍGIDO EN CONSERVACIÓN	51
CUADRO 11: CLASE DE EXTENSIÓN DE LOS DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS.....	75
CUADRO 12: CLASE DE DENSIDAD DE LOS BACHES EN PAVIMENTO RÍGIDO	76
CUADRO 13: ANCHO DE INFLUENCIA DE LAS FISURAS.....	76
CUADRO 14: CLASIFICACIÓN DE CONDICIÓN	77
CUADRO 15: TIPO DE CONDICIÓN SEGÚN SU CLASIFICACIÓN DE CONDICIÓN	77
CUADRO 16: OPERACIÓN DE VARIABLES.....	1
CUADRO 17: ESTUDIO DE TRÁFICO, IMD.....	1
CUADRO 18: CUADRO DE AFORO VEHICULAR REALIZADO	1
CUADRO 19: FORMATO DE HOJA DE INSPECCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO.....	94
CUADRO 20: FORMATO PARA OBTENER EL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV).....	95
CUADRO 21: DATOS PARA CÁLCULO DE NÚMERO MÍNIMO DE UNIDADES DE MUESTRA.....	95
CUADRO 22: TIPO DE DAÑOS Y SU NUMERACIÓN PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	104
CUADRO 23: NIVELES DE SEVERIDAD Y SU SIMBOLIZACIÓN	104
CUADRO 24: IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LA UNIDADES DE MUESTRA	106
CUADRO 25: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 1.....	108
CUADRO 26: CÁLCULO DEL PCI, UM - 1	109
CUADRO 27: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 1.	111



CUADRO 28: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 2.....	115
CUADRO 29: CÁLCULO DEL PCI, UM - 2	116
CUADRO 30: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 2	118
CUADRO 31: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 3	122
CUADRO 32: CÁLCULO DEL PCI, UM - 3	123
CUADRO 33: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 3	125
CUADRO 34: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 04.....	129
CUADRO 35: CÁLCULO DEL PCI, UM - 4	130
CUADRO 36: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 4	132
CUADRO 37: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 5.....	136
CUADRO 38: CÁLCULO DEL PCI, UM - 5	137
CUADRO 39: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 5	138
CUADRO 40: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 6.....	142
CUADRO 41: CÁLCULO DEL PCI, UM - 6	143
CUADRO 42: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 6	144
CUADRO 43: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 7.....	148
CUADRO 44: CÁLCULO DEL PCI, UM - 7	149
CUADRO 45: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 7	151
CUADRO 46: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 8.....	155
CUADRO 47: CÁLCULO DEL PCI, UM - 8	156
CUADRO 48: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 8	158
CUADRO 49: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 9.....	162
CUADRO 50: CÁLCULO DEL PCI, UM - 8	163
CUADRO 51: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 9	164
CUADRO 52: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 10.....	168
CUADRO 53: CÁLCULO DEL PCI, UM - 10	169
CUADRO 54: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 10	170
CUADRO 55: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 11	174



CUADRO 56: CÁLCULO DEL PCI, UM - 11	175
CUADRO 57: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 11	177
CUADRO 58: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 12.....	181
CUADRO 59: CÁLCULO DEL PCI, UM - 12	182
CUADRO 60: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 12	184
CUADRO 61: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM – 13.....	188
CUADRO 62: CÁLCULO DEL PCI, UM - 13	189
CUADRO 63: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 13	190
CUADRO 64: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM - 14	194
CUADRO 65: CÁLCULO DEL PCI, UM - 14	195
CUADRO 66 : HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 14.....	197
CUADRO 67: HOJA DE INSPECCIÓN DE LA UM - 15	201
CUADRO 68: CÁLCULO DEL PCI, UM - 15	202
CUADRO 69: HOJA DE CÁLCULOS CORREGIDOS DE CDV, UM – 15	204
CUADRO 70: RESUMEN DE FALLAS ENCONTRADAS EN EL PAVIMENTO DEL JR. 28 DE JULIO.	207
CUADRO 71: DE FALLAS DE PAVIMENTO RÍGIDO SEGÚN SU TIPO	208
CUADRO 72: RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS	209
CUADRO 73: RESUMEN DE LOS TIPOS DE FALLA DE ACUERDO A SU SEVERIDAD.....	215
CUADRO 74: RESUMEN DE LAS FALLAS DE ACUERDO A LA UNIDAD DE MUESTRA.....	218
CUADRO 75: APLICACIÓN DEL ANEXO I - ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN, SEGÚN EL MANUAL DE CONSERVACIÓN VIAL DEL MTC.....	219



ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: ÁBACO LOSA DIVIDIDA.....	43
GRÁFICO 2: ÁBACO DE ESCALA	44
GRÁFICO 3: ÁBACO DE GRIETA LINEAL	44
GRÁFICO 4: ÁBACO DE PARCHE GRANDE	45
GRÁFICO 5: ÁBACO DE PARCHE PEQUEÑO.....	45
GRÁFICO 6: ÁBACO DE PUNZONAMIENTO	46
GRÁFICO 7: ÁBACO DESCONCHAMIENTO.....	46
GRÁFICO 8: ÁBACO DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	47
GRÁFICO 9: ÁBACO DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	47
GRÁFICO 10: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE VALORES DEDUCIDOS	48
GRÁFICO 11: TIPOS DE CONSERVACIÓN SEGÚN CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN.....	78
GRÁFICO 12: PUNTO DE INICIO DEL TRAMO DE ESTUDIO.....	86
GRÁFICO 13: PUNTO DE FIN DEL TRAMO DE ESTUDIO.....	87
GRÁFICO 14: UBICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	1
GRÁFICO 15: SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTRO EN LA PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CUADRA DEL JR. 28 DE JULIO.....	97
GRÁFICO 16: SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTRO EN LA CUARTA, QUINTA Y SEXTA CUADRA DEL JR. 28 DE JULIO	97
GRÁFICO 17: SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTRO EN LA SÉPTIMA, OCTAVA Y NOVENA CUADRA DEL JR. 28 DE JULIO	97
GRÁFICO 18: SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTRO EN LA DÉCIMA, DÉCIMA PRIMERA Y DÉCIMA SEGUNDA CUADRA DEL JR. 28 DE JULIO.....	98
GRÁFICO 19: SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTRO EN LA DÉCIMA TERCERA, DÉCIMA CUARTA Y DÉCIMA QUINTA CUADRA DEL JR. 28 DE JULIO.....	98
GRÁFICO 20: DESCRIPCIÓN TIPO DE DAÑO Y SU NIVEL DE SEVERIDAD	105
GRÁFICO 21: ESQUEMA DE LA CUADRA 01 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA 01.....	107



GRÁFICO 22: ANÁLISIS DE LA CURVA DENSIDAD (TIPO DE FALLA) – NIVEL DE SEVERIDAD –VALOR DEDUCIDO – UM 1	110
GRÁFICO 23: ABACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 1	112
GRAFICO 24: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA UM-1	113
GRÁFICO 25: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 02 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 02	114
GRÁFICO 26: ANÁLISIS DE LA CURVA DENSIDAD (TIPO DE FALLA) – NIVEL DE SEVERIDAD –VALOR DEDUCIDO - UM 2	117
GRÁFICO 27: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 2	119
GRÁFICO 28: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA UM-2	120
GRÁFICO 29: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 02 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 03	121
GRÁFICO 30: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	124
GRÁFICO 31: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 3.....	126
GRÁFICO 32: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-3	127
GRÁFICO 33: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 02 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 04	128
GRÁFICO 34: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	131
GRÁFICO 35: ABACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 4	133
GRÁFICO 36: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-4.....	134
GRÁFICO 37: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 05 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 05	135
GRÁFICO 38: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	138
GRÁFICO 39: ABACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 5	139
GRÁFICO 40: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-5.....	140
GRÁFICO 41: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 06 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 06	141
GRÁFICO 42: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	144
GRÁFICO 43: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 6	145
GRÁFICO 44: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-6	146
GRÁFICO 45: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 07 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 07	147
GRÁFICO 46: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	150
GRÁFICO 47: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 7	152



GRÁFICO 48: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-7.....	153
GRÁFICO 49: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 08 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 08	154
GRÁFICO 50: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	157
GRÁFICO 51: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 8	159
GRAFICO 52: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-8	160
GRÁFICO 53: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 09 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 09	161
GRÁFICO 54: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	164
GRÁFICO 55: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 9	165
GRÁFICO 56: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-9.....	166
GRÁFICO 57: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 10 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 10	167
GRÁFICO 58: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	170
GRÁFICO 59: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 10	171
GRÁFICO 60: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-10.....	172
GRÁFICO 61: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 11 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 11	173
GRÁFICO 62: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	176
GRÁFICO 63: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 11	178
GRÁFICO 64: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-11.....	179
GRÁFICO 65: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 12 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 12	180
GRÁFICO 66: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	183
GRÁFICO 67: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 12	185
GRÁFICO 68 : CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-12.....	186
GRÁFICO 69: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 13 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 13	187
GRÁFICO 70: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	190
GRÁFICO 71: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 13	191
GRÁFICO 72: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-13.....	192
GRÁFICO 73: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 14 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 14	193
GRÁFICO 74 : ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	196
GRÁFICO 75: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 14	198



GRÁFICO 76: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-14.....	199
GRÁFICO 77: ESQUEMA DE LA CUADRA N° 15 DEL JR. 28 DE JULIO – UNIDAD DE MUESTRA N° 15	200
GRÁFICO 78: ANÁLISIS DE LA CURVA DE FALLA	203
GRÁFICO 79: ÁBACO DE CORRECCIÓN DE CDV, UM – 15	205
GRÁFICO 80: CLASIFICACIÓN PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA – UM-15.....	206
GRÁFICO 81: ANÁLISIS DE LA FALLA DE PIEL DE COCODRILO EN TODA LA CALLE DE JR. 28 DE JULIO	210
GRÁFICO 82: ANÁLISIS DE LA FALLA DE AGRIETAMIENTO EN BLOQUE EN TODA LA CALLE DE JR. 28 DE JULIO.....	210
GRÁFICO 83: ANÁLISIS DE LA FALLA DE DEPRESIÓN EN TODA LA CALLE DE JR. 28 DE JULIO	211
GRÁFICO 84: ANÁLISIS DE LA FALLA DE GRIETA DE BORDE EN TODA LA CALLE DE JR. 28 DE JULIO.....	211
GRÁFICO 85: ANÁLISIS DE LA FALLA DE GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL EN TODA LA CALLE DE JR. 28 DE JULIO.	212
GRÁFICO 86: ANÁLISIS DE LA FALLA DE PARCHEO EN TODA LA CALLE DE JR. 28 DE JULIO.	212
GRÁFICO 87: ANÁLISIS DE LA FALLA DE HUECOS EN TODA LA CALLE DE JR. 28 DE JULIO.....	213
GRÁFICO 88: ANÁLISIS DE LA FALLA DE AHUELLAMIENTO EN TODA LA CALLE DE JR. 28 DE JULIO.....	213
GRÁFICO 89: ANÁLISIS DE LA FALLA DE DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS EN TODA LA CALLE DE JR. 28 DE JULIO.	214
GRÁFICO 90: ANÁLISIS DE LA SEVERIDAD BAJA, CON LOS TIPOS DE FALLA.....	215
GRÁFICO 91: ANÁLISIS DE LA SEVERIDAD MEDIA, CON LOS TIPOS DE FALLA	216
GRÁFICO 92: ANÁLISIS DE LA SEVERIDAD ALTA, CON LOS TIPOS DE FALLA.	216
GRÁFICO 93: ANÁLISIS DE LA CON LOS TIPOS DE FALLA MÁS REPRESENTATIVOS.....	217
GRÁFICO 94 : ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO SEGÚN EL MANUAL DE CONSERVACIÓN VIAL DEL MTC	220
GRÁFICO 95: CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO DEL JR. 28 DE JULIO, DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN	220



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: LOSA DIVIDIDA DE BAJA SEVERIDAD.....	20
FIGURA 2: LOSA DIVIDIDA DE SEVERIDAD MEDIA.	21
FIGURA 3: LOSA DIVIDIDA DE ALTA SEVERIDAD	21
FIGURA 4: ESCALA DE BAJA SEVERIDAD	22
FIGURA 5: ESCALA DE SEVERIDAD MEDIA.....	23
FIGURA 6: ESCALA DE ALTA SEVERIDAD	23
FIGURA 7: GRIETAS LINEALES DE BAJA SEVERIDAD EN LOSA DE CONCRETO SIMPLE	26
FIGURA 8: GRIETAS LINEALES DE SEVERIDAD MEDIA EN LOSA DE CONCRETO REFORZADO.....	26
FIGURA 9: GRIETAS LINEALES DE ALTA SEVERIDAD EN LOSA DE CONCRETO SIMPLE	27
FIGURA 10: PARCHE GRANDE DE BAJA SEVERIDAD	28
FIGURA 11: PARCHE GRANDE DE SEVERIDAD MEDIA	29
FIGURA 12: PARCHE GRANDE DE ALTA SEVERIDAD	29
FIGURA 13: PARCHE PEQUEÑO DE BAJA SEVERIDAD	31
FIGURA 14: PARCHE PEQUEÑO DE SEVERIDAD MEDIA.....	31
FIGURA 15: PARCHE PEQUEÑO DE ALTA SEVERIDAD.....	32
FIGURA 16: PUNZONAMIENTO DE BAJA SEVERIDAD.....	33
FIGURA 17: PUNZONAMIENTO DE ALTA SEVERIDAD	34
FIGURA 18: PUNZONAMIENTO DE ALTA SEVERIDAD	34
FIGURA 19: DESCONCHAMIENTO DE BAJA SEVERIDAD.....	36
FIGURA 20: DESCONCHAMIENTO DE SEVERIDAD MEDIA	36
FIGURA 21: DESCONCHAMIENTO DE ALTA SEVERIDAD	37
FIGURA 22: DESCASCARAMIENTO DE BAJA SEVERIDAD	39
FIGURA 23: DESCASCARAMIENTO DE SEVERIDAD MEDIA	39
FIGURA 24: DESCASCARAMIENTO DE ALTA SEVERIDAD	40
FIGURA 25: DESCASCARAMIENTO DE JUNTA DE BAJA SEVERIDAD	42
FIGURA 26: DESCASCARAMIENTO DE JUNTA DE SEVERIDAD MEDIA.....	42



FIGURA 27: DESCASCARAMIENTO DE JUNTA DE ALTA SEVERIDAD.....	43
FIGURA 28: DAÑOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	50
FIGURA 29: GRAVEDAD 1; SENSIBLE AL USUARIO SIN REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD.....	53
FIGURA 30: GRAVEDAD 2; REDUCCIÓN SIGNIFICATIVA DE LA VELOCIDAD	54
FIGURA 31: GRAVEDAD 3; REDUCCIÓN DRÁSTICA DE LA VELOCIDAD	54
FIGURA 32: FISURAS FINAS	56
FIGURA 33: FISURAS MEDIAS	57
FIGURA 34: FISURAS GRUESAS	57
FIGURA 35: FISURAS FINAS	59
FIGURA 36: FISURAS MEDIAS	60
FIGURA 37: FISURAS GRUESAS	60
FIGURA 38: DOS ESQUINAS QUEBRADAS	62
FIGURA 39: FISURAS OBLICUAS FINAS.....	64
FIGURA 40: FISURAS OBLICUAS MEDIAS.....	64
FIGURA 41: FISURAS OBLICUAS GRUESAS.....	65
FIGURA 42: BACHES MENOR	66
FIGURA 43: BACHES MEDIAS	66
FIGURA 44: BACHES MAYORES.....	67
FIGURA 45: DESPOSTILLAMIENTO DE JUNTAS MENOR	68
FIGURA 46: DESPOSTILLAMIENTO DE JUNTAS MEDIAS.....	69
FIGURA 47: DESPOSTILLAMIENTO DE JUNTAS MAYOR.....	69
FIGURA 48: DESPRENDIMIENTO MENOR AL 10%	71
FIGURA 49: TRATAMIENTO SUPERFICIAL MENOR A 10%	74
FIGURA 50: TRATAMIENTO SUPERFICIAL MAYOR A 10%	74
FIGURA 51: SECCIÓN DEL PAVIMENTO DEL JR. 28 DE JULIO	88



INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más serios que se vive en las calles de la zona urbana de la ciudad de Huánuco, es el pésimo estado en que se encuentran los pavimentos urbanos por falta de mantenimiento; recorriendo por las principales vías del distrito y haciendo una inspección visual nos damos cuenta que existen diversos tipos de fallas como piel de cocodrilo, fisuras longitudinales, transversales, parcheo, huecos, desprendimiento, ahuellamiento, etc.

La importancia principal es mejorar la transitabilidad y mejorar su calidad de vida a la población del distrito, para lograr mejorar la transitabilidad se plantea el objetivo de determinar el índice de condición del pavimento, para su tipo de intervención en el pavimento del Jr. 28 de Julio distrito de Huánuco. En el desarrollo se aplicó el método del PCI, con el método de inspección visual y midiendo la severidad de los tipos de fallas encontradas. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial, y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento ha fallado y el nivel malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) es la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación.

Para el desarrollo del presente tema de estudio se plantearon los siguientes capítulos:



Capítulo I: Aspectos de Investigación, en el que se planteó y problema, se identificaron los objetivos e importancia, para luego suponer la hipótesis y sus variables y determinar el tipo de investigación, nivel y enfoque.

Capítulo II: Caso de Estudio, se describió la zona de estudio: ubicación, características geométricas, secciones y otros

Capítulo III: Análisis y Aplicación: Lugo de recogidos los datos en campo, se procedió en gabinete desarrollar el método PCI para el Jr. 28 de Julio dentro de la zona urbana de la ciudad de Huánuco.

Capítulo IV: Resultados y Discusión de Resultados; de la aplicación del método del PCI al pavimento del Jr. 28 de Julio, obtiene resultados sobre la cantidad de daños que presenta el pavimento y su niveles de severidad.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones, luego de aplicado el método PCI en el pavimento rígido del Jr. 28 de Julio tanto en campo como en gabinete, se concluye los datos obtenidos y de acuerdo a estos se recomienda acciones de mejoras.



CAPITULO I: ASPECTOS DE INVESTIGACIÓN



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.1 Fundamentación del problema:

En el distrito de Huánuco los pavimentos de la zona urbana se encuentran en un estado regular, mal estado y en mantenimiento. Los pavimentos en mal estado se encuentran en proceso de colapso estructural a causas asociadas a su uso, diseño y proceso constructivo llegando a afectar a la población que se traslada entre el mismo distrito de Huánuco, por motivos de comodidad seguridad y funcionalidad, siendo estas fallas presentes en toda la vía y observadas a simple vista en las losas de concreto como son grieta de esquina, losa dividida, escala, grieta lineal, parche(grande y fragmentado), punzonamiento, desconchamiento, descascaramiento de esquina y descascaramiento de juntas.

En el distrito de Huánuco se optó por el pavimento más desfavorable, con la mayor cantidad de fallas ya mencionadas, que es el pavimento del Jr. 28 de julio, donde el pavimento es rígido y presenta una serie de fallas cuya prevención y/o corrección no es abordada por operaciones de mantenimiento, lo cual el pavimento rígido se encuentra en mal estado entre la cuadra 1 al 4 y las demás se encuentran entre mal y regular estado, lo cual las primeras cuadras son inadecuados para la transitabilidad de vehículos.

1.1.2 Formulación del problema.

1.1.2.1 Problema general:

¿Cuál será la condición del pavimento rígido del Jr. 28 de Julio –Huánuco, aplicando las normas ASTM D6433 y del MTC, para su tipo de intervención?

1.1.2.1 Problemas específicos:



¿Cuál será la condición del pavimento rígido del Jr. 28 de Julio – Huánuco, aplicando la norma ASTM D6433?

¿Cuál será la condición del pavimento rígido del Jr. 28 de Julio – Huánuco, aplicando la norma del MTC?

¿Cuáles son los tipos de fallas del pavimento para su tipo de intervención en el pavimento del Jr. 28 de julio del distrito de Huánuco?

1.1.3 Objetivos.

1.1.3.1 Objetivo general:

Determinar el Índice de Condición de Pavimento rígido del Jr. 28 de Julio, aplicando las normas ASTM D6433 y del MTC, para su tipo de intervención.

1.1.3.2 Objetivos específicos:

- ✓ Determinar el índice de condición del pavimento según la norma ASTM D6433, para evaluar el estado actual del pavimento del Jr. 28 de julio del distrito de Huánuco.
- ✓ Determinar el índice de condición del pavimento según la norma del MTC, para evaluar el estado actual del pavimento del Jr. 28 de julio del distrito de Huánuco.
- ✓ Determinar los tipos de fallas del pavimento, para su tipo de intervención en el pavimento del Jr. 28 de julio del distrito de Huánuco.

1.1.4 Justificación e importancia:

La presente investigación se justifica en la necesidad de mejorar la transitabilidad de vehículos en el pavimento del Jr. 28 de julio del distrito de Huánuco, lo cual es una vía de ingreso principal a la zona urbana de la ciudad de Huánuco. Esto se da con el diagnóstico de fallas donde se utiliza el método del PCI (Índice de Condición de



Pavimentos), los resultados que se obtuvo de dicho estudio como son el nivel de daño del pavimento rígido, su severidad y cantidad de fallas del pavimento. Ya que estos resultados constan con una gran cantidad de fallas y deterioros que se presentan en el estudio de este pavimento, el tipo de intervención debe de solucionar esta dificultad del tipo y grado de falla del pavimento, para mejorar su transitabilidad de los vehículos.

1.1.5. Limitaciones:

La investigación se desarrollará solo en pavimentos rígidos en la zona urbana del distrito de Huánuco aplicando el método del PCI y del MTC.

1.1.6 Alcances:

La investigación aportará al diagnóstico de la vía principal que es el acceso a la zona urbana de la ciudad de Huánuco, para evitar la mala transitabilidad de los vehículos e intervenir adecuadamente para un mejor confort de los usuarios.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Antecedentes de la investigación:

Antecedentes Nivel Internacional

Meléndez Martínez, A. (2014), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Título Profesional de Ingeniería Civil, que tuvo como objetivo general identificar y establecer las causas del deterioro en el pavimento del caso de estudio (Avenida San Antonio o calle 183), determinando las patologías a nivel técnico que afectan y sus consecuencias. Donde con su investigación concluye que se logró evidenciar y confirmar a través del PCI que en este momento por la vía, la calidad y confort que debe recibir el conductor al transitarla no es la adecuada para una vía perteneciente a la Malla Vial Arterial de la ciudad, debido a los años que actualmente se encuentra y que se describieron en el informe, añadiendo que al pasar del



tiempo estos daños pueden incrementar su nivel de severidad causando mayores molestias en los usuarios.

Ávila Redrovan, E & Albarracin Llivisaca, F. (2014), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Especialización en Ingeniería de Pavimentos, que tuvo como objetivo general analizar la factibilidad y eficiencia de la técnica de la deflectometría de impacto para evaluar la capacidad portante de la estructura del pavimento a través de técnicas de análisis inverso y modelos basados en elementos finitos. Donde con su investigación concluye que con los resultados obtenidos de la evaluación estructural de la vía dan una idea general de la condición actual. Con lo que se puede concluir que actualmente la vía presenta condiciones aceptables ya que a través de la deflectometría de impacto, aplicando técnicas de análisis inverso como la de YONAPAVE se ha comparado la capacidad estructural efectiva del pavimento existente con la capacidad estructural que depende del tráfico presente en la vía. Sin embargo, mediante la determinación del PCI se establece la necesidad de realizar mantenimientos rutinarios.

Carrera Uquilla, M. (2011), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Maestría en Construcción de Obras Civiles, que tuvo como objetivo evaluar la condición del pavimento en el tramo de carretera Portoviejo – Mejía hasta el redondel de Picoaza, siguiendo el procedimiento del PCI, con la finalidad de proponer las medidas correctivas necesarias, que cumplan con una adecuada relación costo – efectividad en medio plazo. Donde con su investigación concluye que la vía ya presenta un estado de deterioro que hacen surgir medidas de conservación, para cuyo fin se ha efectuado una evaluación de toda la superficie, que es de 26000 m² (8 m de ancho de calzada por 3325 m de longitud) empleando el método del PCI, el que complementado con otra información existente, permite finalmente evaluar alternativas de mejoras para esta carretera.



Nauñay Pérez, W. (2011), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Maestría en Vías Terrestres, que tuvo como objetivo Determinar la evaluación y mantenimiento para la rehabilitación de la capa de rodadura de la vía Pelileo – Baños. Donde con su investigación concluye que De los resultados obtenidos de la evaluación de la condición de pavimento existente, además de la información complementaria de campo, se establece que en general no existe suficiente vida estructural remanente del pavimento a lo largo de la vía.

Jugo Burguera, A. (2010), Publica un artículo de investigación, que tuvo como objetivo, comparar el comportamiento real del pavimento con el comportamiento esperado en base a la información de proyecto. Donde con su investigación concluye que El comportamiento y la condición del pavimento se corresponden con su capacidad estructural en función a la respuesta medida por deflexiones de viga Benkelman.

Zella De Llavaneras, G. (2008), publica una tesis de investigación en el Grado de Maestría en Transporte urbano, que tuvo como objetivo está dirigido, a partir del examen de experiencias internaciones, a la formulación de lineamientos para nuevas formas de financiamiento para la gestión del mantenimiento vial preventivo, particularmente las que se sustentan del impuesto a la gasolina. Donde con su investigación concluye que La mayoría de los países en vías de desarrollo adoptaron como fuente de financiamiento de la gestión mecanismos no tradicionales, entre los más comunes, los fondos viales autónomos, sostenidos mediante un porcentaje de tasas o impuestos recaudados por concepto de consumo de combustible. La gestión bajo esta modalidad hoy día se mantiene, y es complementada con las concesiones por peajes y los contratos por resultados, con lo cual puede concluirse que ha sido exitosa ya que permitido la recuperación de una buena parte de la red vial latinoamericana y africana.



Salazar Noboa, G. (2008), publica una tesis de investigación en el Grado de Maestría en Vías Terrestres, que tuvo como objetivo Diseñar un Sistema de Gestión y Conservación Vial en las carreteras de segundo orden, con el objeto de disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos. Donde con su investigación concluye Es conocido que la regularidad superficial de las carreteras repercute directamente en los costos de mayor magnitud que se tienen en la infraestructura carretera que son los de operación del transporte, debido a que una mala calidad de los trabajos de construcción, incrementa los deterioros que se generan en la superficie y dañan a los vehículos que transitan por ellas. Por el contrario, si la calidad es excelente, no se incrementan los costos de operación y se reducen los impactos a la estructura de la carretera, reduciendo las acciones de conservación del pavimento y alargando su vida útil.

Osuna Ruiz, R. (2008), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Maestro en ingeniería, que tuvo como objetivo es la descripción de los elementos y actividades encaminadas a la generación e implementación de un sistema de administración de pavimentos urbanos aplicable a la red vial de la ciudad de Mazatlán, Sin., para poner en marcha de una forma fácil y simple, un mantenimiento ordenado y sistemático de los pavimentos existentes, con su priorización detallada y con la participación intensa y coordinada entre todos los elementos involucrados. Donde con su investigación concluye que, Es indispensable que en la ciudad de Mazatlán comiencen a emplear realmente el Sistema de Administración de Pavimentos, el cual generará beneficios sociales y económicos cuando se lleven a la práctica los procesos administrativos, los estudios que éste requiere y las acciones que de él se deriven, apoyadas en presupuestos a ejercer y dando continuidad al monitoreo.



Antecedentes Nivel Nacional

Camposano Olivera, J & García Cárdenas, K. (2012), para el desarrollo de su tesis plantea como objetivo general: Identificar en qué estado situacional se encuentra la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio por el método PCI (índice de condición de pavimentos) haciendo un diagnóstico definitivo. Donde con su investigación concluye: Que las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía fueron: Piel de Cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Abultamiento y hundimiento, corrugación, grieta de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo, pulimiento de agregado, huecos, ahuellamientos, y desprendimientos de agregados.

Gutiérrez Lazares, J. (2007), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Maestría en Ciencias con Mención en Ingeniería Geotecnia, que tuvo como objetivo Proponer la metodología de análisis y diseño de pavimentos flexibles basados en la articulación entre métodos tradicionales que permitan el modelamiento geotécnico acorde a la realidad peruana. Donde con su investigación concluye que, El pavimento es una estructura que no es solicitada por su carga de diseño, sino hasta el final del tiempo de servicio; luego se puede concluir que la estructura siempre estará sobredimensionada y por lo tanto las fallas prematuras (primer tercio de servicio) que pudieran.

1.2.2 Bases teóricas:

1.2.2.1 ASTM D6433: Método de evaluación normalizado para la obtención del índice de condición de pavimentos

Introducción:



El PCI, es la metodología más completa para una buena evaluación y calificación de un pavimento, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema.

Índice de condición del pavimento (PCI – Pavement Condition Index):

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

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

CUADRO 1: Rangos de calificación del PCI.

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: ASTM D6433.



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 presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento:

La primera etapa 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 tal fin. En el cuadro N° 2 ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de



esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades, tal como lo señala el Cuadro N° 02, ya que servirá para referencia futura.

CUADRO 2: Formato de PCI de pavimento de concreto hidráulico

EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					...
					o o o o o
					1 2 3 4

Fuente: ASTM D6433

Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.



En la “**Evaluación de un Proyecto**” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco (n < 5), todas las unidades deberán evaluarse.

Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección: Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:



El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

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

...Ecuación N° 2

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i : Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i .

Así, si $i = 3$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez



(por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

Evaluación de la Condición:

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a. Equipo.

Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.

Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.

Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

b. Procedimiento

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, 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.

c. El equipo de inspección

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

Cálculo del PCI de las unidades de muestreo:

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Pórtland:

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos.

1. a. Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02.

1. b. Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

1. c. Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

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

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, como se describió anteriormente.

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

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, pero usando la curva correspondiente a pavimentos de concreto.

Etapa 4. Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV.

En el cuadro N°3 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo

Valor Deducido Corregido”, CDV.

CUADRO 3 Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido.

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

Fuente: ASTM D6433.

Cálculo del PCI de una sección de pavimento:

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:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 3}$$

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.

1.2.2.2.1 Manual de daños en carreteras superficial en pavimento rígido:

Losa dividida.

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 el Cuadro N°4, se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

CUADRO 4: Niveles de severidad para losa dividida

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 ó más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Fuente: ASTM D6433

Medida:

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño. En las figuras 1, 2 y 3 nos muestra ejemplos de los niveles de severidad para una losa dividida.

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.

FIGURA 1: Losa dividida de baja severidad

Fuente: ASTM D6433

FIGURA 2: Losa dividida de severidad media.



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 3: Losa dividida de alta severidad



Fuente: ASTM D6433

Escala.

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 el Cuadro N° 5.

CUADRO 5: 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: ASTM D6433

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:

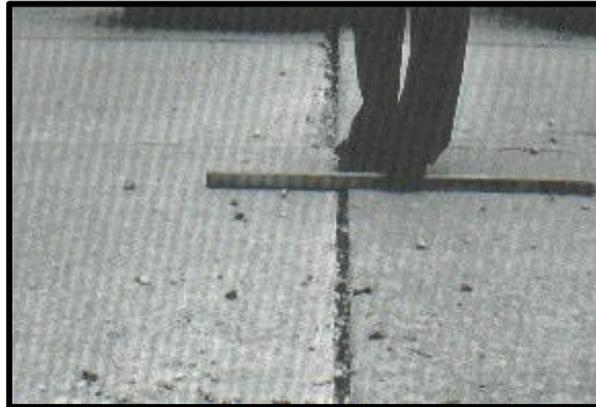
L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.

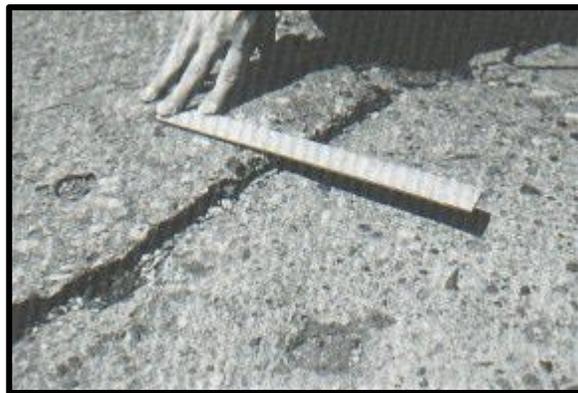
En las figuras 4, 5 y 6 nos muestra ejemplos de los niveles de severidad (baja, media y alta) para una losas con daños tipo escala

FIGURA 4: Escala de baja severidad



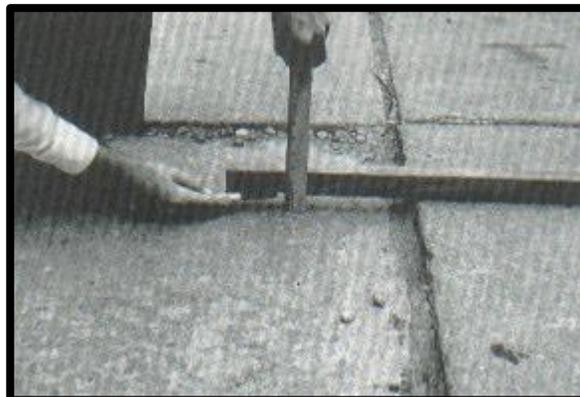
Fuente: ASTM D6433

FIGURA 5: Escala de severidad media



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 6: Escala de alta severidad



Fuente: ASTM D6433



Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).

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 todo 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.

En las figuras 7, 8 y 9 nos muestran ejemplos de los niveles de severidad (baja, media y alta) para una losa de concreto con presencia de daños de tipo grietas lineales.

FIGURA 7: Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 8: Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 9: Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple



Fuente: ASTM D6433

Parche grande (mayor de 0.45 m²) y acometidas de servicios públicos.

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 está 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 para Reparación:

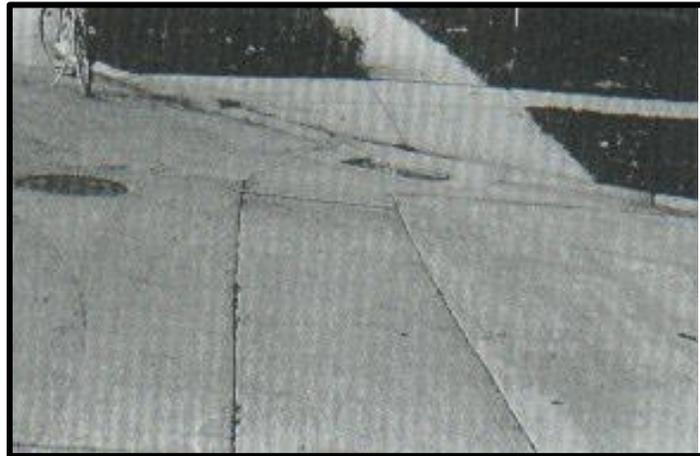
L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

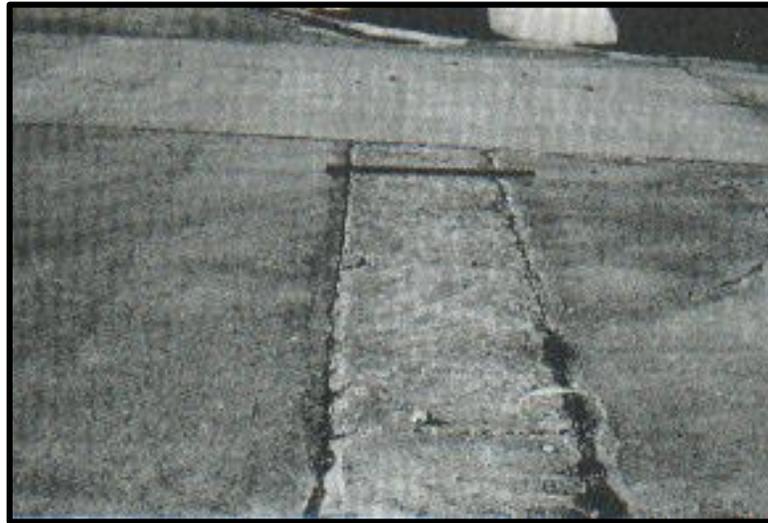
En las figuras 10, 11 y 12 nos muestran ejemplos de los niveles de severidad (baja, media y alta) para una losa de concreto con presencia de daños de tipo parche grande.

FIGURA 10: Parche grande de baja severidad



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 11: Parche grande de severidad media



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 12: Parche grande de alta severidad



Fuente: ASTM D6433



Parche pequeño (menor de 0.45 m²).

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 para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

En las figuras 13, 14 y 15 nos muestran ejemplos de los niveles de severidad (baja, media y alta) para una losa de concreto con presencia de daños de tipo parche pequeño.

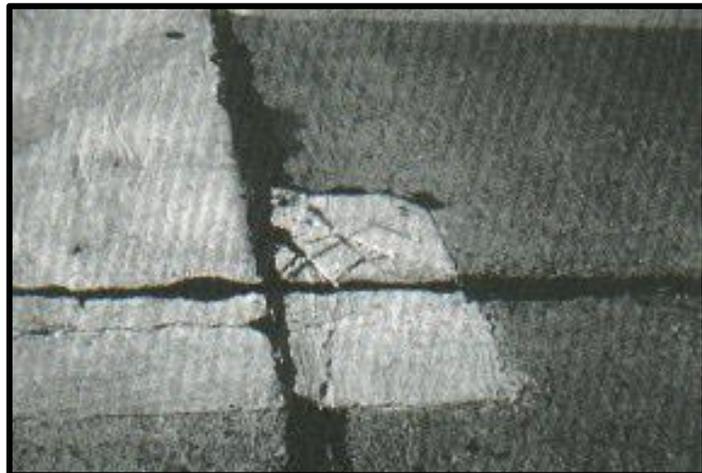


FIGURA 13: Parche pequeño de baja severidad

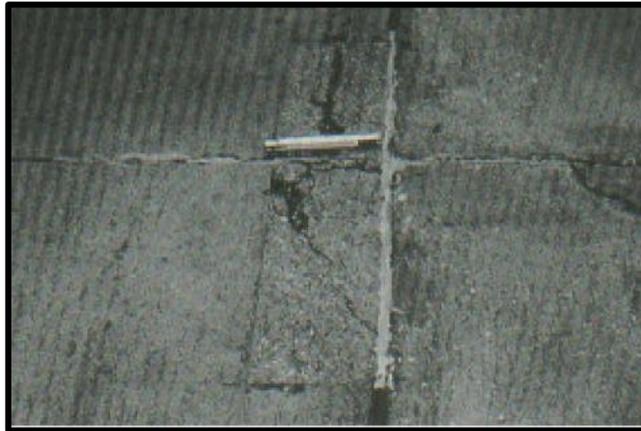


Fuente: ASTM D6433

FIGURA 14: Parche pequeño de severidad media



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 15: Parche pequeño de alta severidad

Fuente: ASTM D6433

Punzonamiento.

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:

CUADRO 6: 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: ASTM D6433



Medida:

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

En el Cuadro N° 06, nos indica el rango de valores para definir y determinar los niveles de severidad en una losa de concreto con presencia de daño tipo punzonamiento.

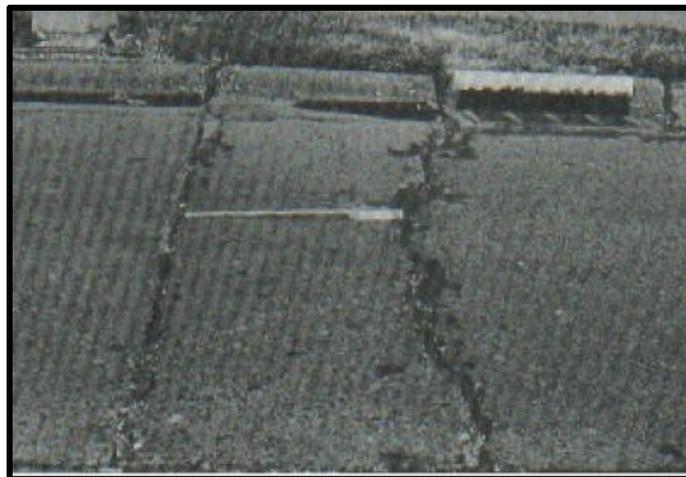
Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

FIGURA 16: Punzonamiento de baja severidad



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 17: Punzonamiento de alta severidad



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 18: Punzonamiento de alta severidad



Fuente: ASTM D6433

En las figuras 16, 17 y 18 nos muestran ejemplos de los niveles de severidad (baja, media y alta) para una losa de concreto con presencia de daños de tipo punzonamiento.



Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.

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 para 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.



FIGURA 19: Desconchamiento de baja severidad



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 20: Desconchamiento de severidad media



Fuente: ASTM D6433



FIGURA 21: Desconchamiento de alta severidad



Fuente: ASTM D6433

En las figuras 19, 20 y 21 nos muestran ejemplos de los niveles de severidad (baja, media y alta) para una losa de concreto con presencia de daños de tipo desconchamiento.

Descascaramiento de esquina.

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 el Cuadro 7 se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

CUADRO 7: 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: ASTM D6433

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 le mayor nivel de severidad.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.

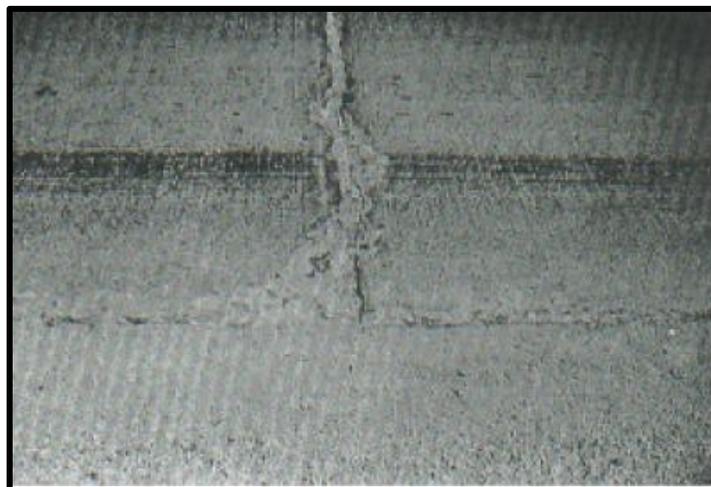
En las figuras 22, 23 y 24 nos muestran ejemplos de los niveles de severidad (baja, media y alta) para una losa de concreto con presencia de daños de tipo descascaramiento.

FIGURA 22: Descascaramiento de baja severidad



Fuente: ASTM D6433

FIGURA 23: Descascaramiento de severidad media



Fuente: ASTM D6433



FIGURA 24: Descascaramiento de alta severidad



Fuente: ASTM D6433

Descascaramiento de junta.

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 el Cuadro N° 8, 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.

**CUADRO 8:** Niveles de severidad descascaramiento de juntas

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	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	M	H

Fuente: ASTM D6433

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 para Reparación:

L: No se hace nada.

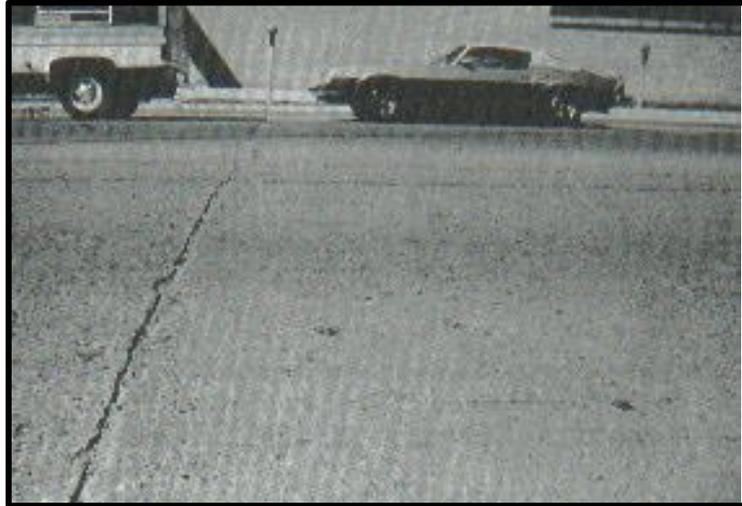
M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

En las figuras 25, 26 y 27 nos muestran ejemplos de los niveles de severidad (baja, media y alta) para una losa de concreto con presencia de daños de tipo desconchamiento de junta.



FIGURA 25: Descascaramiento de junta de baja severidad

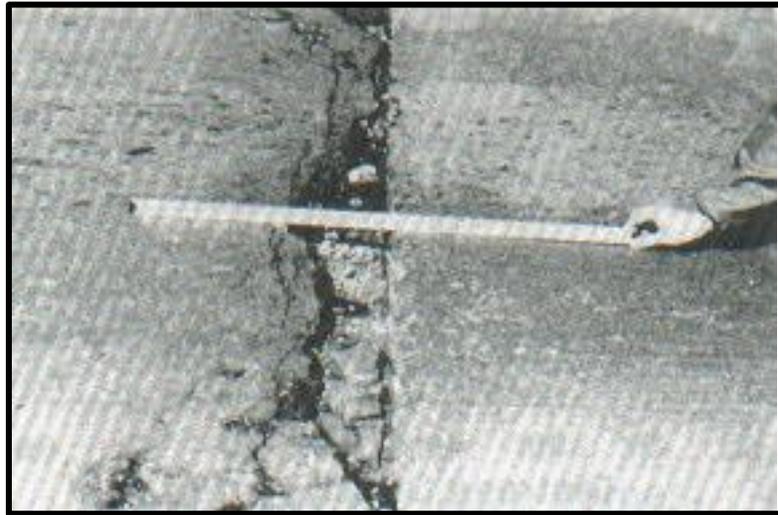


Fuente: ASTM D6433

FIGURA 26: Descascaramiento de junta de severidad media



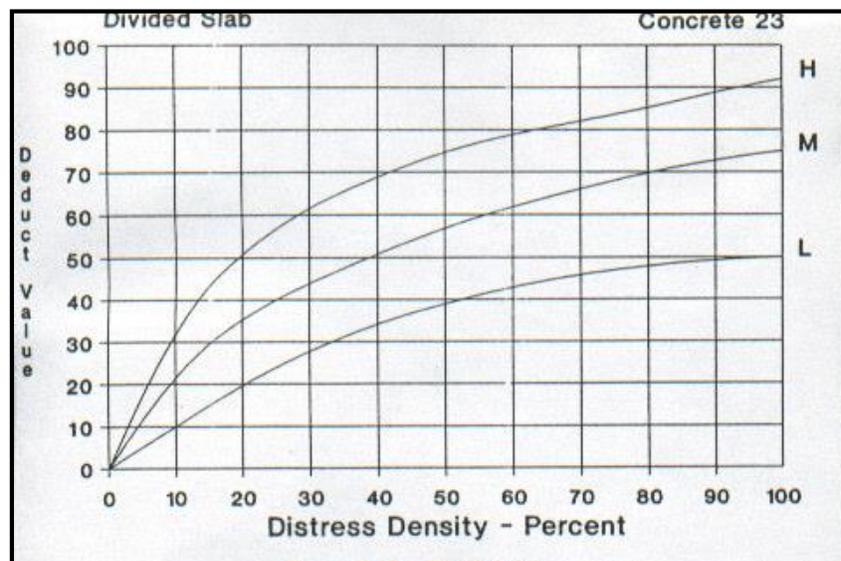
Fuente: ASTM D6433

FIGURA 27: Descascaramiento de junta de alta severidad

Fuente: ASTM D6433

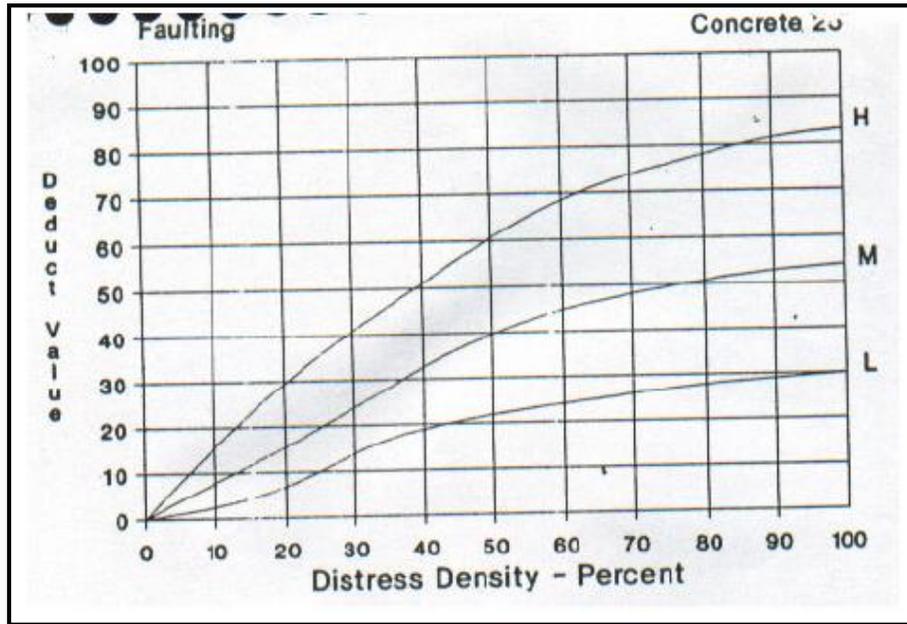
Ábacos de curva para pavimentos rígidos

A continuación en los gráficos 1, 2, 3 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se muestra los ábacos para los diferentes tipos de daños más comunes que se presentan en losas de concreto y en el Grafico N° 10 muestra el uso del ábaco para la obtención del valor deducido corregido.

GRÁFICO 1: Ábaco Losa dividida

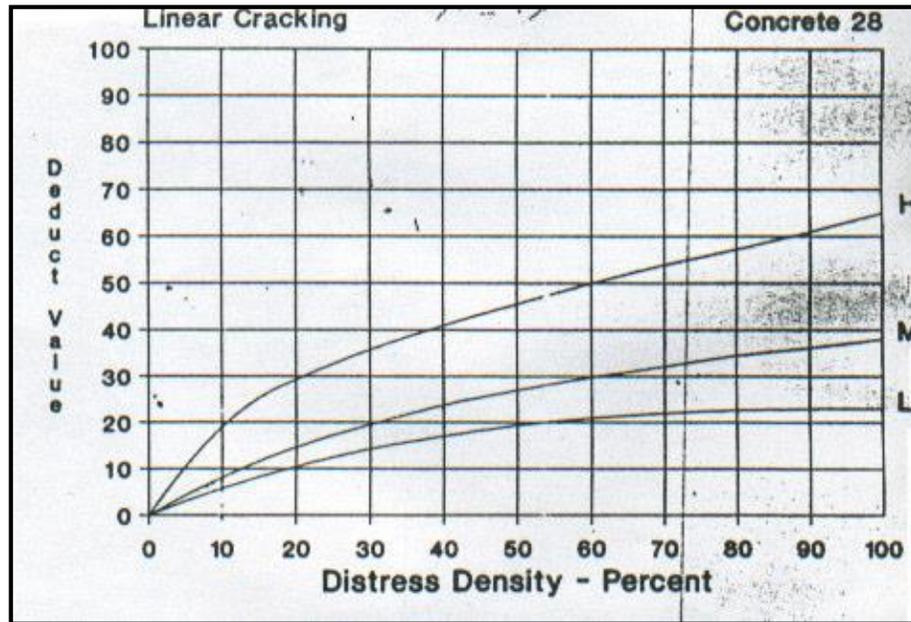
Fuente: ASTM D6433

GRÁFICO 2: Ábaco de escala



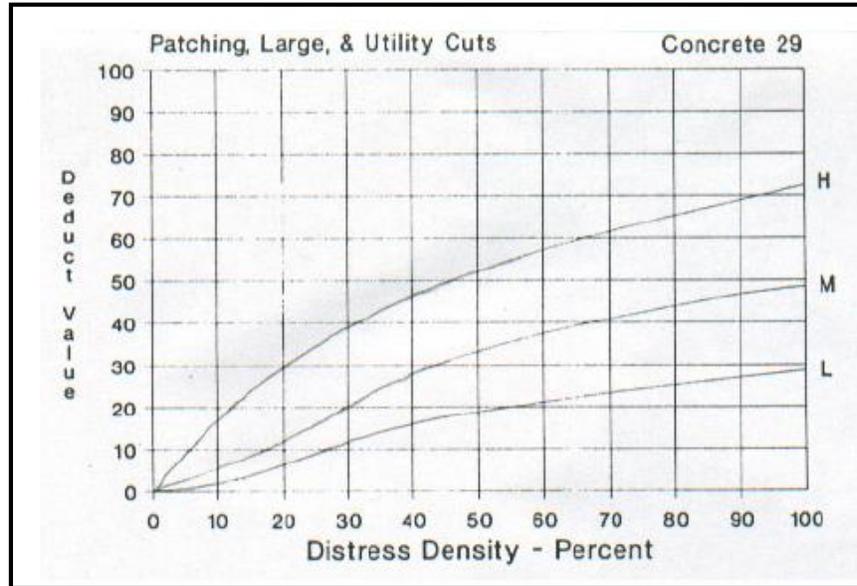
Fuente: ASTM D6433

GRÁFICO 3: Ábaco de grieta lineal



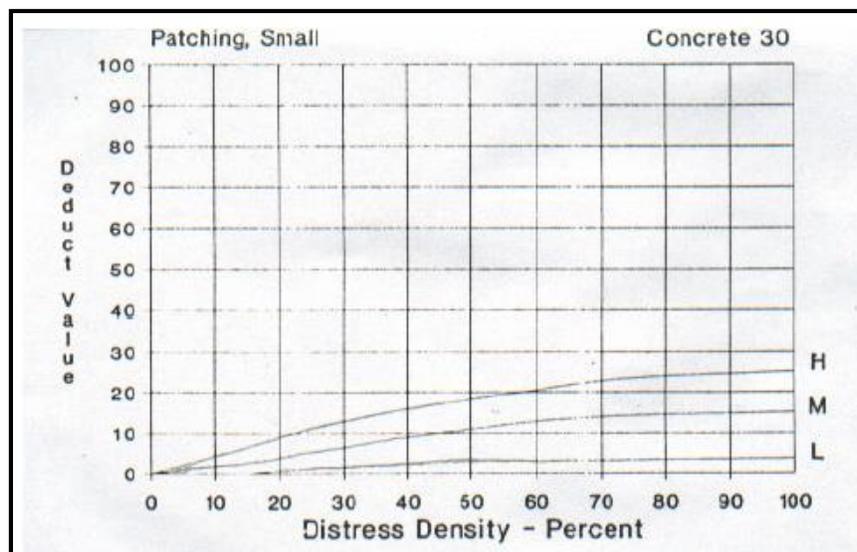
Fuente: ASTM D6433

GRÁFICO 4: Ábaco de parche grande



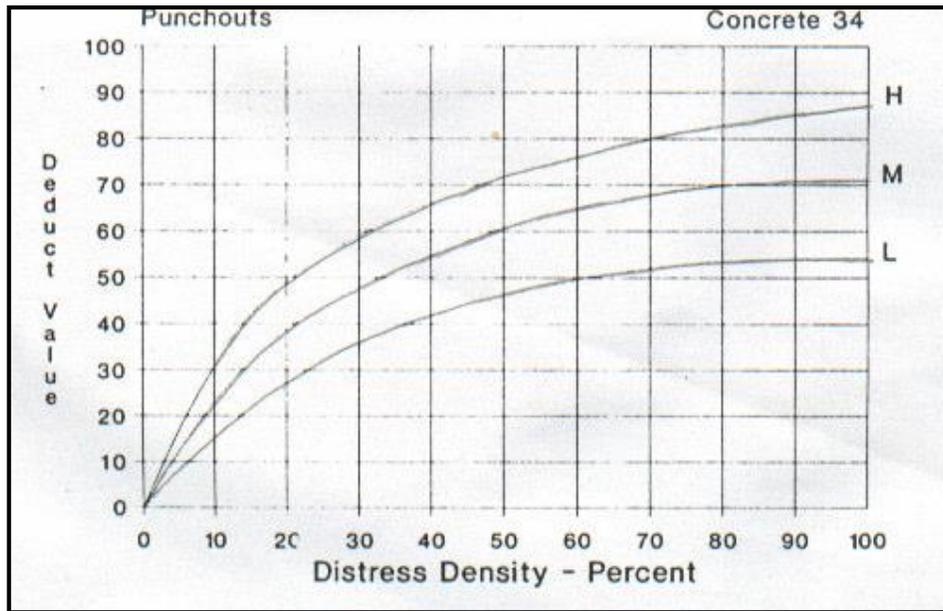
Fuente: ASTM D6433

GRÁFICO 5: Ábaco de parche pequeño



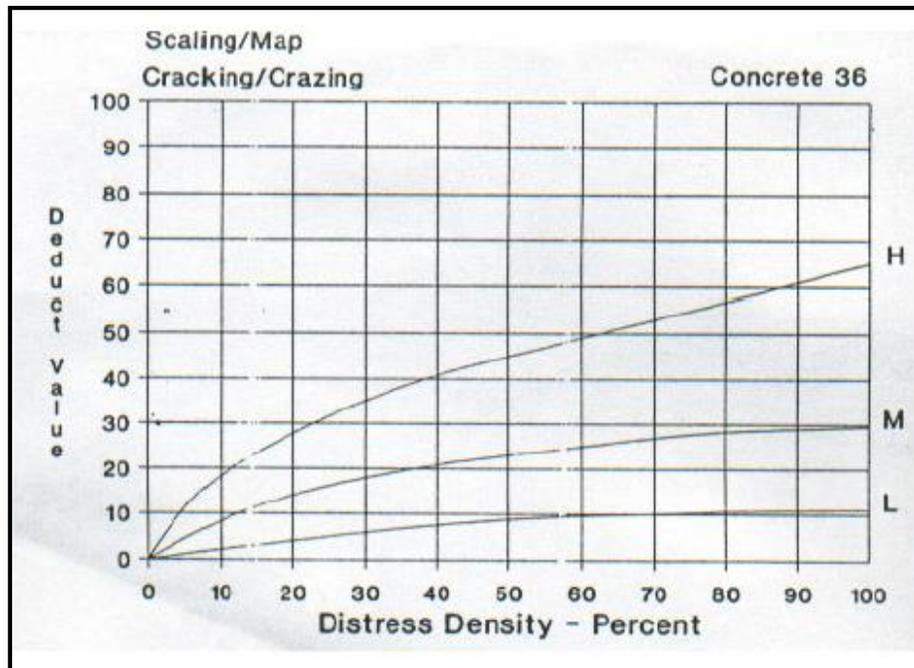
Fuente: ASTM D6433

GRÁFICO 6: Ábaco de punzonamiento



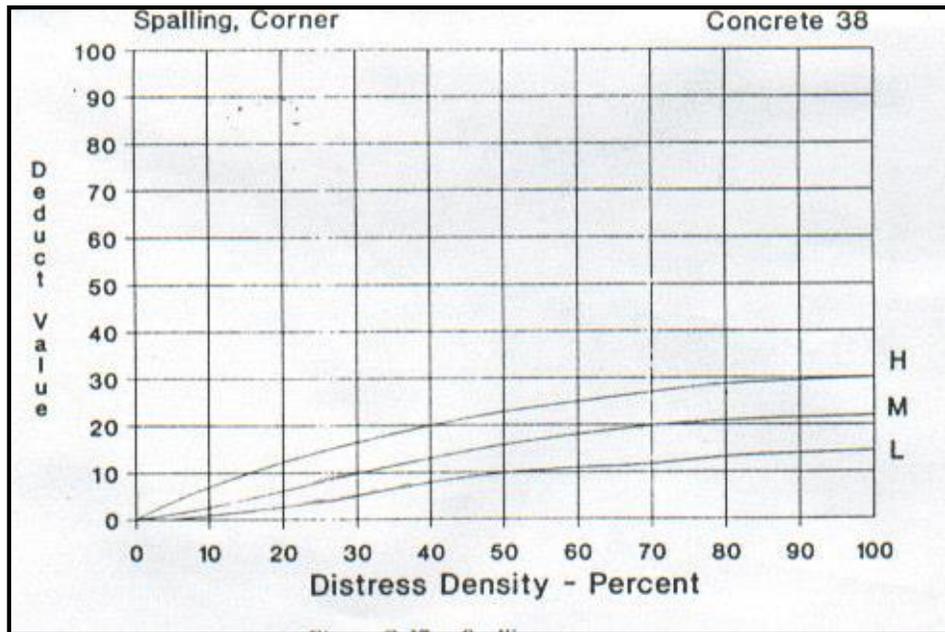
Fuente: ASTM D6433

GRÁFICO 7: Ábaco desconchamiento



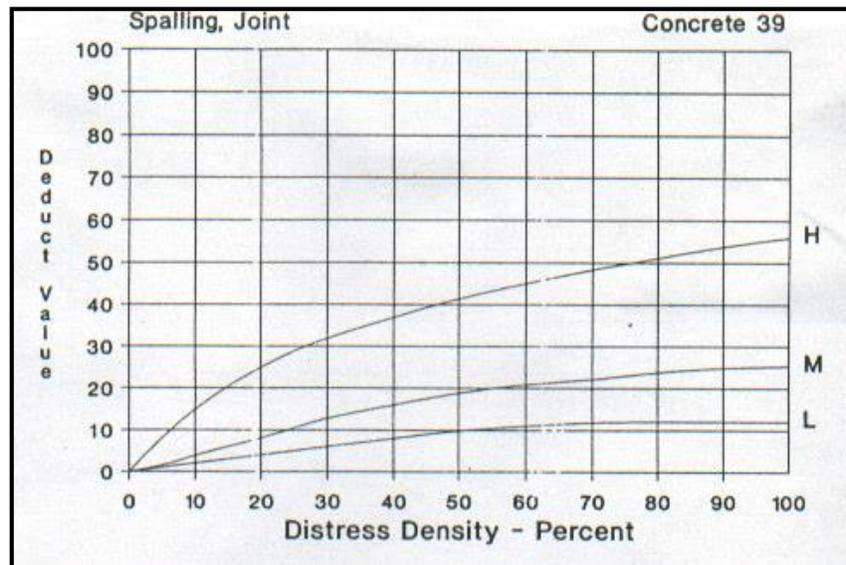
Fuente: ASTM D6433

GRÁFICO 8: Ábaco descascaramiento de esquina



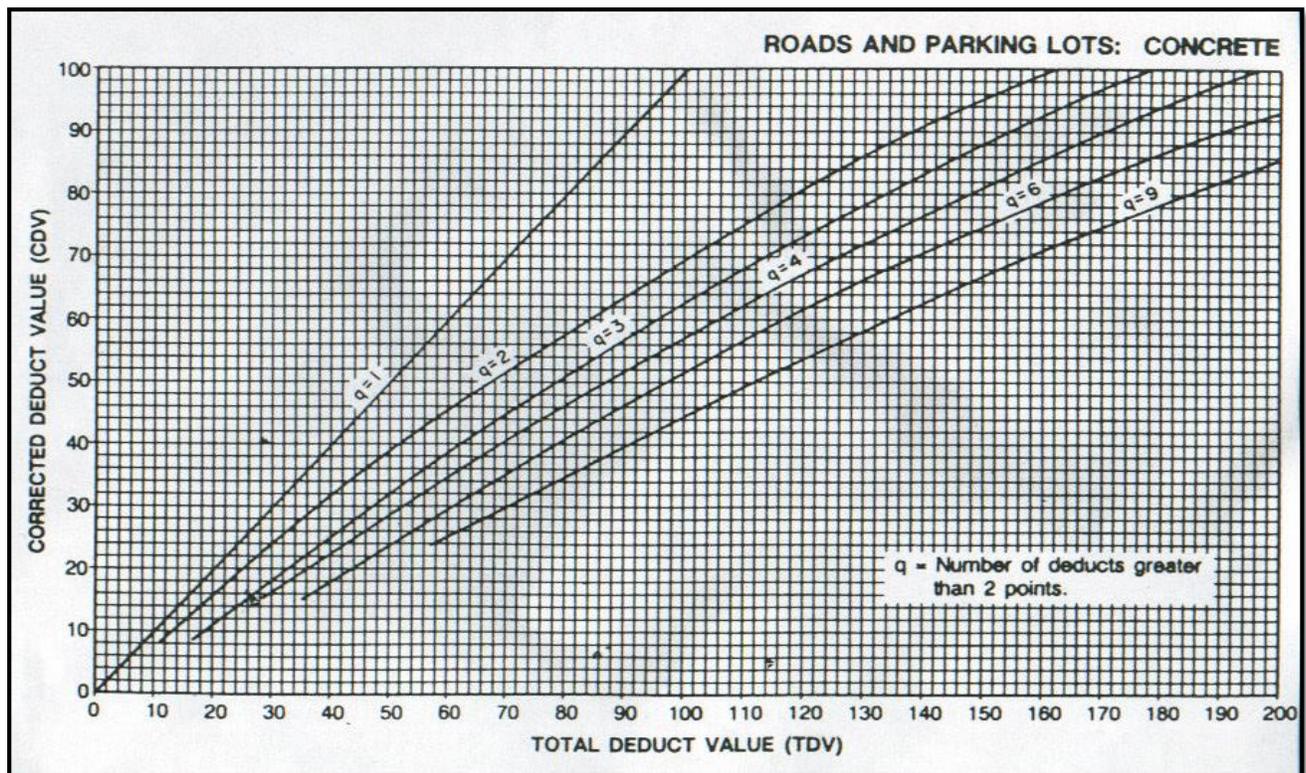
Fuente: ASTM D6433

GRÁFICO 9: Ábaco descascaramiento de junta



Fuente: ASTM D6433

GRÁFICO 10: Ábaco de corrección de valores deducidos



Fuente: ASTM D6433

1.2.2.2 Manual de inventarios viales

Daños en pavimento rígidos:

Los daños de los pavimentos rígidos son indicadores básicos para el diagnóstico de la condición de los mismos. Se presentan en forma de catálogo y provienen de una selección, dentro de la lista exhaustiva del método AASHTO, basado en la identificación de los tipos de daños representativos de la red nacional pavimentada con concreto de cemento.

A continuación en el cuadro N° 9, se muestra la lista los daños y criterios de calificación para calzadas considerados por metodología y los daños. Los ilustra

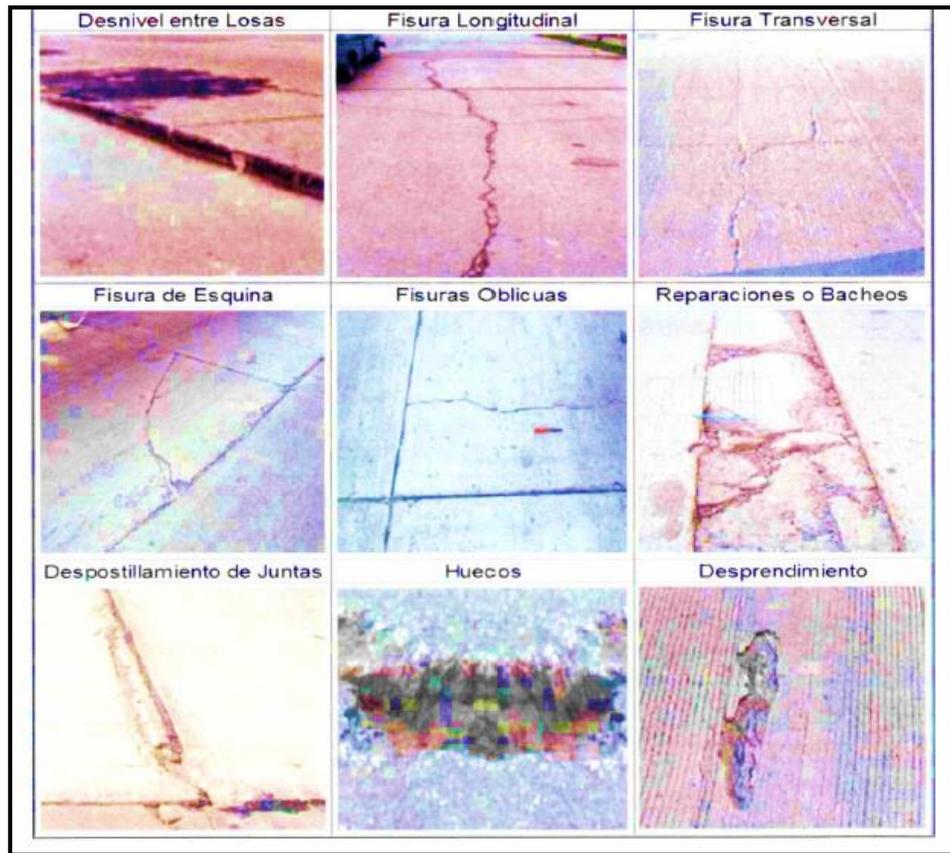


con fotografías. Asimismo, la figura N° 28, Muestra los daños para bermas de pavimentos rígidos.

CUADRO 9: Daños en Pavimentos Rígidos

Codigo de Daños	Daños	Gravedad
1	Desnivel entre Losas	1. Sensible al usuario sin reducción de la velocidad 2. Resulta en una reducción significativa de la velocidad 3. Resulta en una educación drastica de la velocidad
2	Fisuras Longitudinales	1. Finas (ancho<1mm) 2. Abiertas y/o ramificadas, sin perdida de material (ancho>1mm) 3. Abierta y/o ramificadas, con perdida de material (ancho>1mm)
3	Fisuras transvesales	1. Finas (ancho<1mm) 2. Abiertas y/o ramificadas, sin perdida de material (ancho>1mm) 3. Abierta y/o ramificadas, con perdida de material (ancho>1mm)
4	Fisuras de esquina	1. Solamente una esquina quebrada 2. Dos esquinas quebradas 3. Mas de dos esquinas quebradas
5	Fisuras oblicuas	1. Finas (ancho<1mm) 2. Abiertas y/o ramificadas, sin perdida de material (ancho>1mm) 3. Abierta y/o ramificadas, con perdida de material (ancho>1mm)
6	Reparaciones o bacheos	1. Puntuales (menos que el 10% de la superficie de las losas afectadas) 2. Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas) 3. Continuas (mas que el 30% de la superficie de las losas afectadas)
7	Despostillamiento de juntas	1. Fracturamiento o desintegracion de bodes en menos que el 50% de la longitud dentro de los 5cm de la junta. 2. Fracturamiento o desintegracion de bodes en mas que el 50% de la longitud dentro de los 5cm de la junta. 3. Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta
8	Desprendimiento	1. Perdida de material en menos que el 10%de la superficie de las losas afectadas 2. Perdida de material entre l 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas 3. Perdida de material en mas que l 30% de la superficie de las losas afectadas
9	Huecos	1. Diámetro < 0.2 m 2. Diámetro entre 0.2 y 0.5 m 3. Diámetro > 0.5 m
10	Tratamiento Superficial	1. Desprendimiento en menos que el 10% de la superficie de las losas afectadas 2. Desprendimiento entre l 10% y 30% de la supeficie de las losas afectadas 3. Desprendimiento en mas de que el 30% de la superficie de las losas afectadas
11	Daños en bermas	Daños puntuales Daños en menos del 30% de la longitud Daños en mas del 30% de la longitud
12	Desnivel de bermas	1. Desenivel significativo pero menor que 5 cm 2. Desenivel entre 5 y 10 cm 3. Desenivel >= 10 cm

Fuente: Manual de inventario vial, MTC

FIGURA 28: Daños en pavimentos rígidos

Fuente: Manual de inventario vial, MTC

Adicionalmente se considera el uso de la metodología de evaluación de pavimento PCI (índice de condición del pavimento), desarrollada por el cuerpo de ingenieros del ejército americano, para tipificar y cuantificar con mayor detalle los daños superficiales en la vía.

Para el relevamiento de los daños contemplados en esta metodología americana se sigue los lineamientos de la norma ASTM D6433 que expone el procedimiento para clasificación y cuantificación de los daños superficiales en pavimentos rígidos. La sección contiene el catálogo de daños en pavimentos rígidos, en el cual se presenta la



descripción, causas probables, niveles de gravedad y posibles medidas correctivas para uno de los tipos de daños considerados.

Manual de conservación vial

Calzada de concreto hidráulico – tipos de deterioros y niveles de gravedad

Los tipos de deterioros o fallas en cuanto a pavimento y bermas de concreto hidráulico se presentan en las siguientes tablas (cuadro N° 10).

CUADRO 10: Daños de pavimento rígido en conservación

Código	Deteioros/fallas	Gravedad
1	Dsnivel entre losas	1. Sensible al usuario sin reducción de la velocidad 2. Resulta en una reducción significativa de la velocidad 3. Resulta en una reducción drástica de la velocidad
2	Fisuras Longitudinales	1. Fisuras Finas (ancho \leq 1mm) 2. Fisuras Medias, corresponden a Fisuras Abiertas y/o ramificadas, sin pérdida de material (ancho $>$ 1mm y \leq 3mm) 3. Fisuras Gruesas, corresponden a Fisuras Abiertas y/o ramificadas, con pérdida de material (ancho $>$ 3mm)
3	Fisuras Transversales	1. Fisuras Finas (ancho \leq 1mm) 2. Fisuras Medias, corresponden a Fisuras Abiertas y/o amificadas, (ancho $>$ 1mm y \leq 3mm) 3. Fisuras Gruesas, corresponden a Fisuras Abiertas y/o ramificadas (ancho $>$ 3mm)
4	Fisuras de esquina	1. Solamente una esquina quebrada 2. Dos esquinas quebradas 3. Mas de dos esquinas quebradas
5	Fisuras oblicuas	1. Fisuras Finas (ancho $<$ 1mm) 2. Fisuras Medias, corresponden a Fisuras Abiertas y/o ramificadas, (ancho $>$ 1mm \leq 3mm) 3. Fisuras Medias, corresponden a Fisuras Abiertas y/o ramificadas (ancho $>$ 3mm)
6	Reparaciones o Parchados	1. Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas) 2. Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas) 3. Continuas (mayor que el 30% de la superficie de las losas afectadas)
7	Despostillamiento de Juntas	1. Fracturamiento o desintegración de bordes menor igual que el 50% de la longitud dentro de los 5 cm de la junta. 2. Fracturamiento o desintegración de bordes mayor que el 50% de la longitud dentro de los 5 cm de la junta 3. Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta
8	Desprendimiento	1. Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas afectadas 2. Pérdida de material entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas 3. Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas
9	Baches (Huecos)	1. Diámetro $<$ 0.2 m 2. Diámetro entre 0.2 y 0.5 m 3. Diámetro $>$ 0.5 m
10	Tratamiento superficial	1. Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas afectadas 2. Desprendimiento entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas 3. Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas

Fuente: Manual de conservación vial, MTC



Deterioro/falla 1: Desnivel entre losas

Descripción:

Este deterioro/falla se manifiesta en las juntas por una diferencia de nivel entre losas.

Causas:

Esta falla puede provenir de las causas siguientes:

Drenajes defectuosos (disminuye el soporte de la fundación)

Transferencia de carga deficiente en las juntas.

Niveles de Gravedad:

Los niveles de gravedad se definen cualitativamente por su influencia en el confort de los usuarios.

1: Sensible al usuario sin reducción de la velocidad

2: Resulta en una reducción significativa de la velocidad

3: Resulta en una reducción drástica de la velocidad.

Posibles Medidas correctivas

Según la gravedad del desnivel entre losas y de los otros deterioros que pueden acompañarlo y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas:

Ninguna medida

Reparación con mezcla asfáltica en caliente

Microfresado de losas

Resello de juntas y sellado de fisuras

Colocación de barras de traspaso de cargas

Estabilización de losas



Reconstrucción de losa.

En las figuras 29, 30 y 31 se muestran ejemplos del nivel de gravedad en la que se encuentra una losa de concreto con la presencia de fallas tipo Desnivel entre Losas.

FIGURA 29: gravedad 1; sensible al usuario sin reducción de la velocidad



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 30: gravedad 2; reducción significativa de la velocidad



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 31: gravedad 3; reducción drástica de la velocidad



Fuente: Manual de conservación vial, MTC



Deterioro/falla 2: Fisuras longitudinales

Descripción:

Este deterioro/falla resulta del fracturamiento de losas paralelo al eje del pavimento, dividiéndolas en varios paños

Causas:

En la mayoría de los casos, las fisuras resultan de:

La pérdida de soporte de la fundación

La acción de tránsito pesado (por sobrecarga o repetición excesiva de carga)

La ausencia o deficiencia de juntas.

Niveles de Gravedad:

1: Finas (ancho 1 mm)

2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y 3 mm)

3: Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm).

Nota: El nivel 1 de las fisuras corresponde al concepto del AASHTO de «hairline crack» (« fisura como un cabello »), se puede considerar que el ancho es generalmente inferior a un mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se considera que su ancho es generalmente superior a un mm con bordes verticales (sin desintegración de bordes). Se vuelven gravedad 3 cuando los bordes se desintegran.

Posibles Medidas correctivas

Según la gravedad de las fisuras longitudinales y de los otros deterioros o fallas que pueden acompañarlas y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas:



Ninguna medida

Resello de juntas y sellado de fisuras

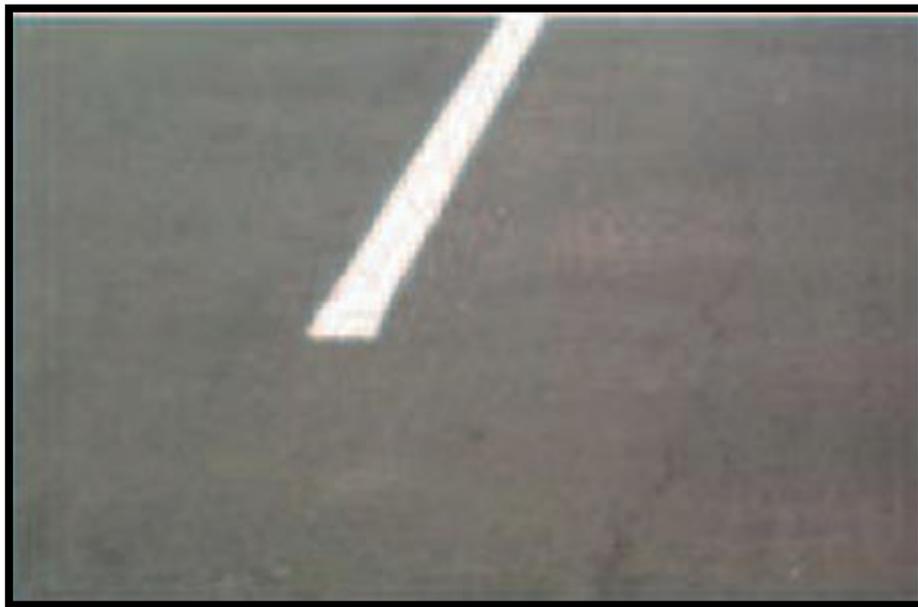
Colocación de bermas de traspaso de cargas

Estabilización de la losa

Reconstrucción de losa o reparación de espesor completo de la losa.

En las figuras 32, 33 y 34 se muestran ejemplos del nivel de gravedad en la que se encuentra una losa de concreto con la presencia de fallas tipo Fisuras Longitudinales.

IGURA 32: Fisuras finas



Fuente: Manual de conservación vial, MTC



FIGURA 33: Fisuras medias



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 34: Fisuras gruesas



Fuente: Manual de conservación vial, MTC



Deterioro/falla 3: Fisuras Transversales

Descripción

Este deterioro o falla resulta del fracturamiento de losas perpendicular o casi perpendicular al eje del pavimento, dividiéndolas en varios paños.

Causas:

En la mayoría de los casos, las fisuras resultan de:

La pérdida de soporte de la fundación

La acción de tránsito pesado (por sobrecarga o repetición excesiva de carga)

La ausencia o deficiencia de juntas

La contracción del concreto.

Niveles de Gravedad:

1: Fisuras Finas (ancho < 1 mm)

2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)

3: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho > 1 mm).

Nota: El nivel 1 de las fisuras corresponde al concepto del AASHTO de «hairline crack» («fisura como un cabello»), se puede considerar que el ancho es generalmente inferior a un mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se considera que su ancho es generalmente superior a un mm con bordes verticales (sin desintegración de bordes). Se vuelven gravedad 3 cuando los bordes se desintegran.

Posibles Medidas correctivas:



Según la gravedad de las fisuras transversales y de los otros danos que pueden acompañarlas y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas:

Ninguna medida

Resello de juntas y sellado de fisuras

Colocación de barras de traspaso de cargas

Reparación de espesor completo de losa

A continuación en las figuras 35, 36 y 37 se muestran ejemplos del nivel de gravedad en la que se encuentra una losa de concreto con la presencia de fallas tipo Fisura Transversal.

FIGURA 35: fisuras finas



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 36: fisuras medias



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 37: fisuras gruesas



Fuente: Manual de conservación vial, MTC



Deterioro/falla 4: Fisuras de esquina

Descripción:

Este deterioro resulta del fracturamiento de esquina de losas a una distancia inferior a 0.3 m de la misma. Generalmente, las fisuras no se extienden a través del espesor total de la losa sino alcanzan las juntas.

Causas:

En la mayoría de los casos, las fisuras resultan de:

La pérdida de soporte de la fundación

La acción de tránsito pesado (por sobrecarga o repetición excesiva de carga)

La ausencia o deficiencia de juntas.

Niveles de Gravedad:

1: Solamente una esquina quebrada

2: Dos esquinas quebradas

3: Más de dos esquinas quebradas.

Posibles Medidas correctivas:

Según la gravedad de las fisuras de esquinas y de los otros deterioros o fallas que pueden acompañarlas y su extensión, se consideran las siguientes medidas

correctivas:

Ninguna medida

Resello de juntas de borde

Estabilización de la losa

Reconstrucción de losa o reparación de espesor completo de losa

A continuación en las figuras 38 se muestra ejemplo del nivel de gravedad en la que se encuentra una losa de concreto con la presencia de fallas tipo Dos esquinas quebradas.

FIGURA 38: dos esquinas quebradas



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

Deterioro/falla 5: Fisuras oblicuas

Descripción:

Este deterioro o falla resulta del fracturamiento de losas; se forman fisuras que interceptan bordes o juntas perpendiculares de losas, a una distancia mayores de 0.3 m de la esquina. Generalmente, las fisuras se extienden a través del espesor total de la losa.

Causas:

En la mayoría de los casos, las fisuras provienen de:

La pérdida de soporte de la fundación



La acción de tránsito pesado (por sobrecarga o repetición excesiva de carga)

La ausencia o deficiencia de juntas.

Niveles de Gravedad:

1: Fisuras Finas (ancho ≤ 1 mm)

2: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)

3: Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho > 3 mm).

Nota: El nivel 1 de las fisuras corresponde al concepto del AASHTO de «hairline crack» («fisura como un cabello»), se puede considerar que el ancho es generalmente inferior a un mm. En cuanto a las fisuras abiertas de gravedad 2, se considera que su ancho es generalmente superior a un mm con bordes verticales (sin desintegración de bordes). Se vuelven gravedad 3 cuando los bordes se desintegran

Posibles Medidas correctivas:

Según la gravedad de las fisuras oblicuas y de los otros danos que pueden acompañarlas y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas

Ninguna medida

Resello de juntas y sellado de fisuras

Colocación de barras de traspaso de cargas

Estabilización de la losa

Reconstrucción de losa o reparación de espesor de losa.



A continuación en las figuras 39, 40 y 41 se muestran ejemplos del nivel de gravedad en la que se encuentra una losa de concreto con la presencia de fallas tipo Fisura Oblicuas Finas.

FIGURA 39: Fisuras oblicuas finas



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 40: fisuras oblicuas medias



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 41: Fisuras oblicuas gruesas



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

Deterioro/falla 6: Reparaciones o bacheos

Niveles de Gravedad:

- 1: Puntuales (menor al 10% de la superficie de la losa afectada)
- 2: Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de la losa afectada)
- 3: Continuas (mayor al 30% de la superficie de la losa afectada).

Causas:

Las reparaciones son indicativas de insuficiencia estructural del pavimento o de deterioros superficiales. No requieren medidas correctivas.

A continuación observaremos en las figuras 42, 43 y 44 ejemplos del nivel de gravedad en la que se encuentra una losa de concreto con la presencia de fallas tipo Reparaciones o bacheos.

FIGURA 42: Baches menor



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 43: baches medias



Fuente: Manual de conservación vial, MTC



FIGURA 44: baches mayores



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

Deterioro/falla 7: Despostillamiento de juntas

Descripción:

Fracturamiento o desintegración de bordes de las juntas, dañadas al punto que existe la posibilidad que ingrese agua o se acumule material no compresible.

Causas:

Los deterioros provienen de:

Excesiva tensión en las juntas debida a las cargas

Infiltración de materiales incompresibles en las juntas

Debilidad del concreto en la proximidad de las juntas

Deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga entre losas

Acumulación de agua a nivel de las juntas.



Niveles de Gravedad:

1: Fracturamiento o desintegración de bordes menor al 50 % de la longitud dentro de los 5 cm de la junta

2: Fracturamiento o desintegración de bordes mayor al 50 % de la longitud dentro de los 5 cm de la junta

3: Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta.

Posibles Medidas correctivas:

Según la gravedad de los danos de las juntas y de los otros deterioros o fallas que pueden acompañarlos y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, si no se observa ningún otro deterioro significativo:

Ninguna medida

Resello de juntas y sellado de fisuras

Reposición de espesor parcial de losa.

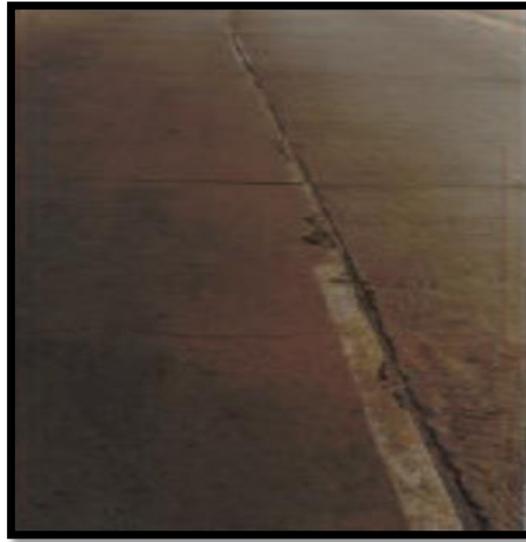
FIGURA 45: despostillamiento de juntas menor



Fuente: Manual de conservación vial, MTC



FIGURA 46: despostillamiento de juntas medias



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 47: despostillamiento de juntas mayor



Fuente: Manual de conservación vial, MTC



En las figuras 45, 46 y 47 ejemplos del nivel de gravedad en la que se encuentra una losa de concreto con la presencia de fallas tipo Despostillamiento de Juntas.

Deterioro/falla 8: Desprendimiento

Descripción:

Perdida de material en la superficie de la losas.

Causas:

Los daños resultan de:

Efecto de tránsito sobre concreto de calidad pobre

Deficiencia de la construcción

Materiales químicos agresivos en la superficie.

Niveles de Gravedad:

1: Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas afectadas

2: Pérdida de material entre el 10 % y 30% de la superficie de las losas afectadas

3: Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.

Posibles Medidas correctivas:

Según la gravedad de los daños de la superficie y de los otros deterioros o fallas que pueden acompañarlos y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, si no se observa ningún otro deterioro significativo:

Ninguna medida

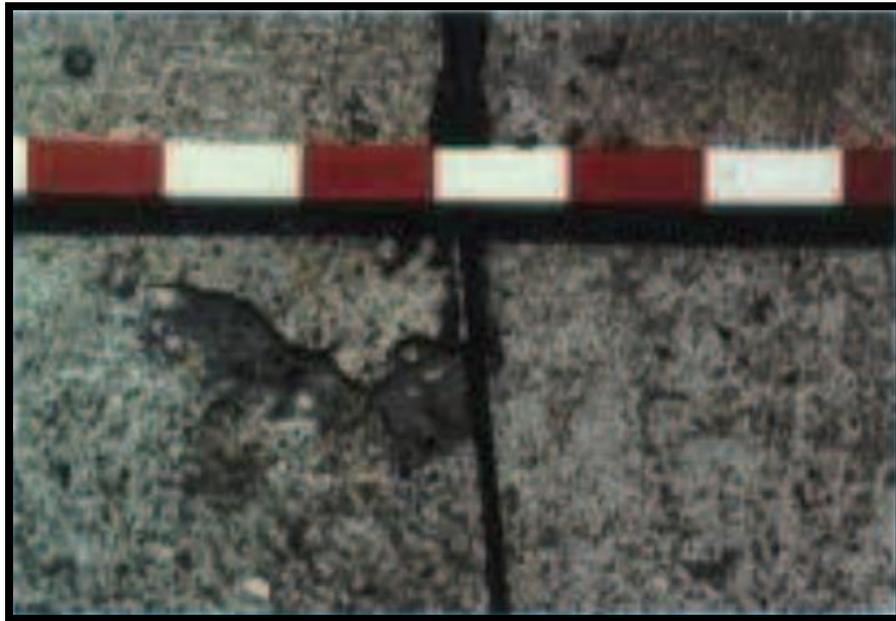
Resello de juntas y sellado de fisuras

Parchado o reparación de espesor parcial de losa



A continuación observaremos en las figuras 48, un ejemplo de la presencia de fallas tipo Desprendimiento.

FIGURA 48: desprendimiento menor al 10%



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

Deterioro/falla 9: Baches o Huecos

Descripción:

Los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la losa. Forman cavidades de bordes netos.

Causas:

Esta falla proviene de la evolución de otros deterioros o fallas y carencia de conservación vial:

Desprendimiento

Fisuración



Deficiencia en el diseño o la construcción.

Niveles de Gravedad:

1: Diámetro < 0.2 m

2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m

3: Diámetro > 0.5 m.

Posibles Medidas correctivas:

Según la gravedad de los baches o huecos y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, en ausencia de otros deterioros o fallas:

Ninguna medida

Parchado o reparación de espesor parcial con resellado de juntas

Reconstrucción de la losa o reparación de espesor completo, con resello de juntas.

Deterioro/falla 10: Tratamiento superficial

Descripción:

Este deterioro o falla se refiere al desprendimiento de tratamiento superficial en la superficie de losas.

Causas:

Los deterioros o fallas provienen

Del envejecimiento del material bituminoso que pierde su capacidad de flexibilidad y adherencia.

De un defecto de construcción.

Niveles de Gravedad:



- 1: Desprendimiento menor al 10% de la superficie de losa afectada
- 2: Desprendimiento entre el 10% y 50% de la superficie de losa afectada
- 3: Desprendimiento mayor al 50% de la superficie de losa afectada.

Posibles Medidas correctivas:

Según la gravedad de los deterioros o fallas de tratamiento superficial (carpeta asfáltica) y de los otros danos que pueden acompañarlos y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, si no se observa ningún otro daño significativo:

Ninguna medida

Reparación con tratamiento superficial o carpeta asfáltica, resello de juntas y sellado de fisuras y grietas reflejas.

Colocación de nuevo tratamiento superficial o carpeta asfáltica previa remoción de la capa asfáltica existente, reparación de losas deterioradas, resello de juntas y sellado de fisuras en la losa existente.

A continuación observaremos en las figuras 49 y 50 ejemplos del nivel de gravedad en la que se encuentra una losa de concreto con la presencia de fallas tipo Tratamiento Superficial.

FIGURA 49: tratamiento superficial menor a 10%



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

FIGURA 50: tratamiento superficial mayor a 10%



Fuente: Manual de conservación vial, MTC



Proceso de los datos básicos de daños

El objeto del proceso es calificar la condición superficial de un pavimento rígido (losa de concreto) de la carretera por secciones de 200 m de calzada y bermas.

Para cada sección de 200 m se califica la condición de la capa de rodadura del pavimento de la calzada y de las bermas, considerando cada tipo de deterioro o falla según el nivel de gravedad de dicho tipo y su clase de extensión.

El inicio y fin del nivel de gravedad de cada tipo de deterioro o falla observado tienen que localizarse. Luego dichos datos básicos se procesan aplicando en el cuadro N° 11, que define la clase de extensión para la longitud de la sección de 200m que presenta el deterioro, el cuadro N° 12 que aplica para baches o huecos, el cuadro N° 13 que precisa el ancho de influencia de las fisuras longitudinales, transversales, de esquina y oblicuas según la gravedad del deterioro o falla y en el anexo II que describe el proceso de calificación de condición superficial según el tipo de deterioro o falla.

CUADRO 11: Clase de extensión de los daños de los pavimentos

Clase	Descripción	Criterio de extensión (porcentaje de la longitud de la sección)
1	Leve	menor que el 10 %
2	Moderado	entre 10 y 30 %
3	Severo	mayor que el 30 %

Fuente: Manual de conservación vial, MTC



En cuanto a baches (huecos), se necesita una información adicional para calificar su

“densidad” en la sección afectada, número de baches (huecos) por sección de 200 m. Se usa la escala siguiente.

CUADRO 12: clase de densidad de los baches en pavimento rígido

Clase	Descripción	Criterio de densidad de baches (huecos) (número /200 m)
1	Leve	menor a 3
2	Moderado	entre 3 y 7
3	Severo	mayor a 7

Fuente: Manual de conservación vial, MTC

Para el cálculo del área de las fisuras longitudinales, transversales, de esquina y oblicuas se tomará en cuenta la longitud de las fisuras por un ancho de influencia asignado según la gravedad del deterioro o falla.

CUADRO 13: ancho de influencia de las fisuras

Gravedad	Ancho de Influencia (m)
1	0.10 m
2	0.30 m
3	0.50 m

Fuente: Manual de conservación vial, MTC



La suma total no debe ser mayor a 1000, en tal sentido la calificación de condición resulta de la diferencia de la suma total menos la suma puntaje de condición, tal como se indica a continuación:

CUADRO 14: clasificación de condición

CALIFICACION DE CONDICIÓN =	1000 - SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN
CALIFICACION DE CONDICIÓN =	

Fuente: Manual de conservación vial, MTC

La calificación de condición representa la condición superficial del pavimento rígido se sintetiza en tres tipos de condición:

Bueno – Regular - Malo

Los rangos de calificación de condición para asignar la condición superficial del pavimento rígido, de la calzada incluyendo las bermas, en uno de los tipos de condición son:

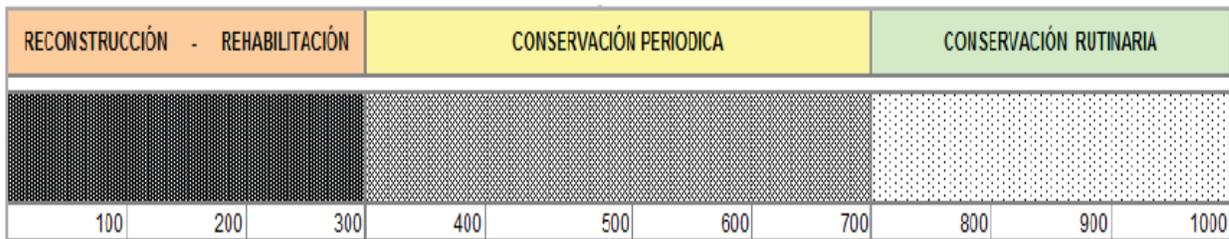
CUADRO 15: tipo de condición según su clasificación de condición

CONDICIÓN BUENO	> 700
CONDICIÓN REGULAR	> 300 y ≤ 700
CONDICIÓN MALO	≤ 300

Fuente: Manual de conservación vial, MTC

A través del Grafico II y de acuerdo a la calificación de condición superficial del pavimento regido se podrá estimar el tipo de conservación a realizar en cada sección de 200 m de longitud

GRÁFICO 11: tipos de conservación según calificación de condición



Fuente: Manual de conservación vial, MTC

1.2.3 Marco conceptual

Pavimento:

Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado.

Cuando existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se producen los deterioros que pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento. De esta manera es necesario tener una idea clara del concepto de pavimento, el cual se describirá a continuación.



Evaluación de pavimentos:

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al transitar, esto significa que la plataforma debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada.

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

Método del PCI (Pavement Condition Index):

El método de evaluación de pavimento PCI (Pavement Condition Index), fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos en 1978.

Donde el pavimento se divide en componentes que a su vez son divididos en secciones. Cada sección es dividida en unidades de muestra. El tipo y grado de severidad de las fallas en el pavimento son establecidos mediante la inspección visual de las unidades de muestra. La cantidad de las fallas se mide según las tablas de muestreo tomadas en campo. La información sobre las fallas es utilizada para calcular el PCI de cada unidad de muestra. El PCI de la sección de pavimento se determina en base a los valores del PCI determinados para cada una de las unidades de muestra.

Tipos de fallas en los pavimentos:

Las fallas en los pavimentos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son fallas de superficie y fallas en la estructura.

**Fallas de superficie:**

Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada.

La corrección de estas se fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

Fallas estructurales:

Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de solicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos.

Para corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado.

Tipos de intervención:

La intervención se da de acuerdo al tipo de falla, en este sentido es importante tener presente que su estructura sufrirá con el tiempo, daño y deterioro aun cuando sea adecuadamente diseñado y construido de acuerdo con todas las especificaciones y normas de calidad. Mientras las demás obras de ingeniería tienen una vida indefinida, los pavimentos viales tienen una vida definida; aún con un mantenimiento óptimo alcanzarán un punto de falla. Los pavimentos son probablemente la única estructura de ingeniería que se diseña para que falle dentro de un periodo específico de tiempo.

El modo de deterioro varía sustancialmente, en función de la interacción de varios parámetros, que adicionalmente controlan la rata de deterioro, ellos son:



- a. La estructura (resistencia) del pavimento, incluyendo la Subrasante.
- b. El volumen de tráfico y el tipo de cargas.
- c. Políticas de mantenimiento.

1.3 MARCO METODOLÓGICO

1.3.1 Hipótesis:

Hipótesis general:

Las Fallas del Pavimento rígido del Jr. 28 de Julio y la aplicación de la norma ASTM D6433 y del MTC, permitirá determinar el índice de condición del pavimento rígido del Jr. 28 de Julio, para su tipo de intervención.

Hipótesis específica:

- ✓ El índice de condición del pavimento según la norma ASTM D6433, permitirá evaluar el estado actual del pavimento del Jr. 28 de Julio del distrito de Huánuco.
- ✓ El índice de condición del pavimento según la norma del MTC, permitirá evaluar el estado actual del pavimento del Jr. 28 de Julio del distrito de Huánuco.
- ✓ Los tipos de fallas del pavimento, permitirá un tipo de intervención en el pavimento del Jr. 28 de julio del distrito de Huánuco.

1.3.2 Tipo de la investigación:

De acuerdo a la orientación es Aplicada, porque se va utilizar teorías existentes como el método del PCI, Gestión Vial, Tipos de intervención. Para dar soluciones a problemas prácticos de las fallas del pavimento rígido.



De acuerdo a su enfoque es Mixto, porque la toma de datos es de forma cuantitativa con el uso de la norma del MTC o el ASTM D6433, cuyo resultado nos dará en forma cuantitativa. Y la forma de cómo se va a intervenir o la alternativa de solución es cualitativa.

De acuerdo al tipo es Descriptivo, porque describe la realidad y sin alteración del tipo de falla del pavimento.

1.3.3 Nivel de la investigación:

El nivel de esta investigación es **Descriptivo**, porque se va a describir, observar las diversas fallas del pavimento rígido para tratar de buscar su solución a la carpeta de rodadura

1.3.4 Diseño de la investigación:

El diseño de esta investigación No Experimental, porque se realiza sin manipular deliberadamente las variables, lo que se hace es observar, medir y analizar los tipos de fallas del pavimento rígido, para luego calcular el tipo de intervención.

De acuerdo con la direccionalidad es Prospectiva, porque se mide y/o analiza en el presente las causas de las fallas, y efecto en el futuro para poder decidir el tipo de intervención del pavimento, para obtener un pavimento rígido en buen estado.

De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos Prolectiva, la recolección va ser primaria mediante libros, fuentes de internet o investigaciones ya relacionadas.

De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado es Transversal, porque se recolectan y/o miden los datos una sola vez de la variable, y de inmediatamente procede a su descripción o análisis del tipo de falla del pavimento rígido.

**CUADRO 16:** Operación de variables

VARIABLE	SUB VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTACIÓN
Variable Independiente Fallas del Pavimento Rígido	Características físicas	Deformaciones	19 Fallas identificadas paa Pavimento Rígido	Manual de Daños
		Fisuras		
	Deterioro Físico	Daños superficiales	Calidad de Transito (Alta, media, Baja)	Nivel de Severidad
Variable Dependiente Aplicación del método del PCI	Estado situacional del pavimento	Condición del pavimento	0 la peor condición posible y 100 la mejor condición del pavimento	Norma ASTM D6433
	Desempeño de la vía	Servicialidad	Deterioro	Obsevacional
	Nivel de servicialidad	Índice de servicialidad	Fallas del pavimento	Norma MTC

Fuente: Elaboración propia



1.3.5 Sistema de variables:

Variable independiente:

Fallas del pavimento rígido.

- Es una variable cualitativa nominal se caracteriza por una cualidad

Variable dependiente:

Aplicación del Método del PCI

- Es una variable cuantitativa discreta.

1.3.6 Operación de variables

En el Cuadro N° 16 se muestra la operación de variables

1.3.7 Determinación del universo / población:

El pavimento de la pista del Jr. 28 de Julio del distrito de Huánuco, consta de 1850 m de pavimento fallados, con una calzada de 5 m.

Con un área de pavimentación con falla es de $1850 \times 5 = 9250\text{m}^2$

1.3.8 Selección de la muestra:

La muestra es aleatoria

$N = 300$ losas

$e = 5$

$s = 15$, para pavimentos rígidos

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



1.3.9 Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos:

La técnica sería la observación directa de las fallas que se presentan en el pavimento y siguiendo los parámetros de la norma del MTC y/o el ASTM D6433 PCI.

1.3.10 Procesamiento y presentación de datos:

Durante la observación de las fallas del pavimento, se mide y se grafica en un formato preestablecido, donde se observa todas las fallas para medir el PCI de cada unidad de muestra.

Los datos se procesan en hoja de cálculo de Excel, y así obtener el promedio, o el tipo de falla más representativo



CAPITULO II: CASO DE ESTUDIO

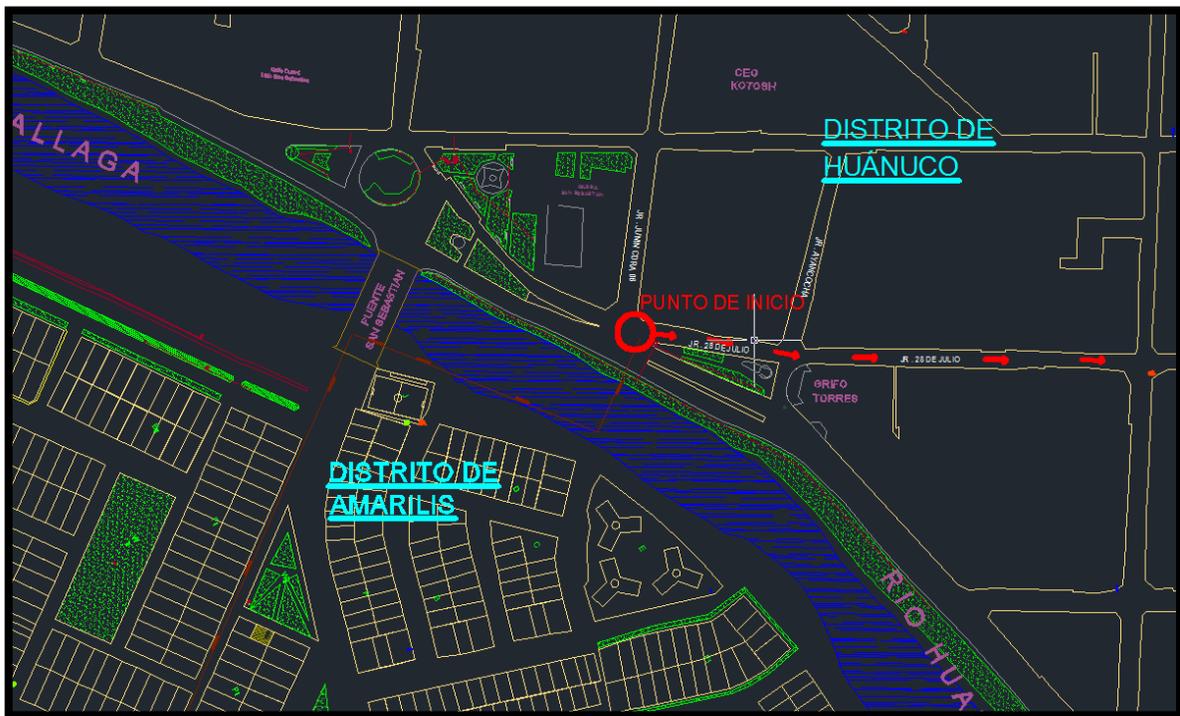
2.1 Datos Generales:

2.1.1 Ubicación

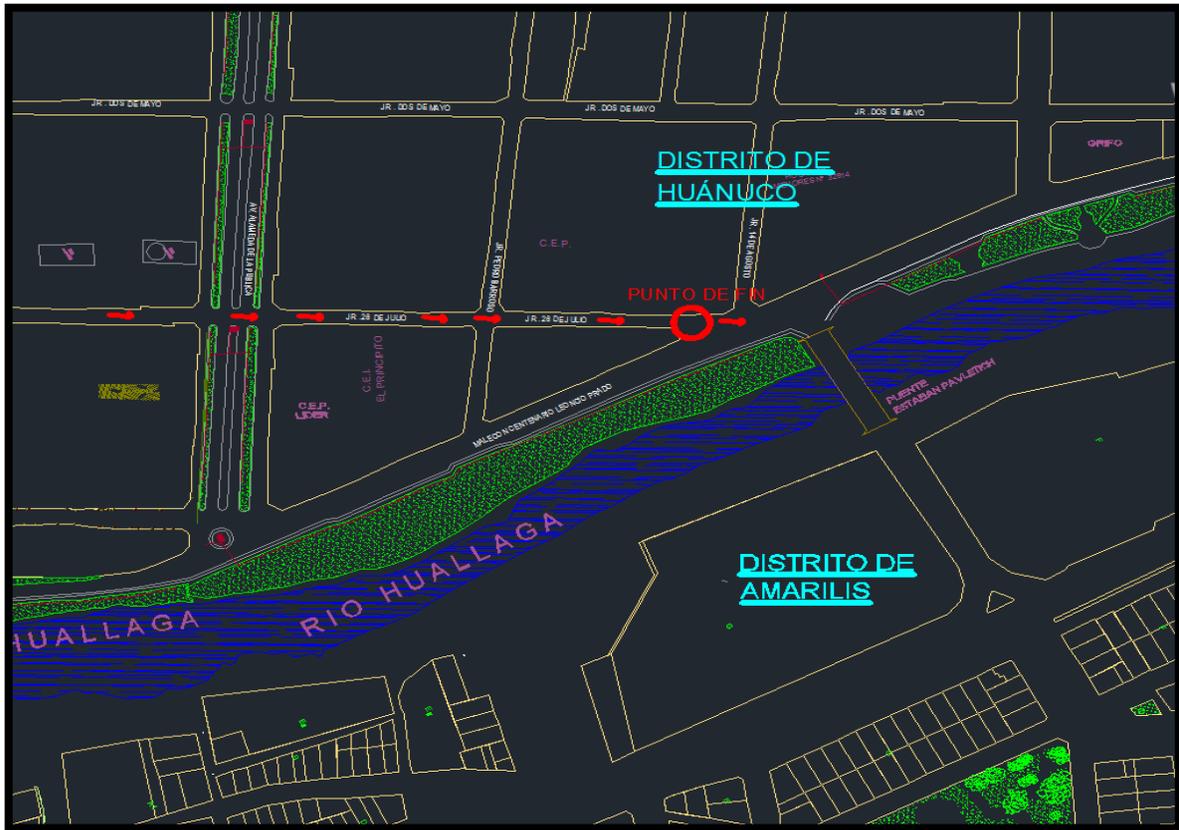
El presente estudio de investigación está ubicado dentro de la zona urbana de la ciudad de Huánuco y ha sido enfocado a lo largo de todo el pavimento del Jr. 28 de Julio, del cual se define lo siguiente:

En el Gráfico 12 vamos a indicar el punto de inicio, que se encuentra al finalizar la cuadra 06 del Jr. Junín y en el Grafico 13, el punto final que se encuentra al finalizar la cuadra 03 del Jr. 14 de agosto, siendo un total de 15 cuadras.

GRÁFICO 12: Punto de Inicio del tramo de estudio



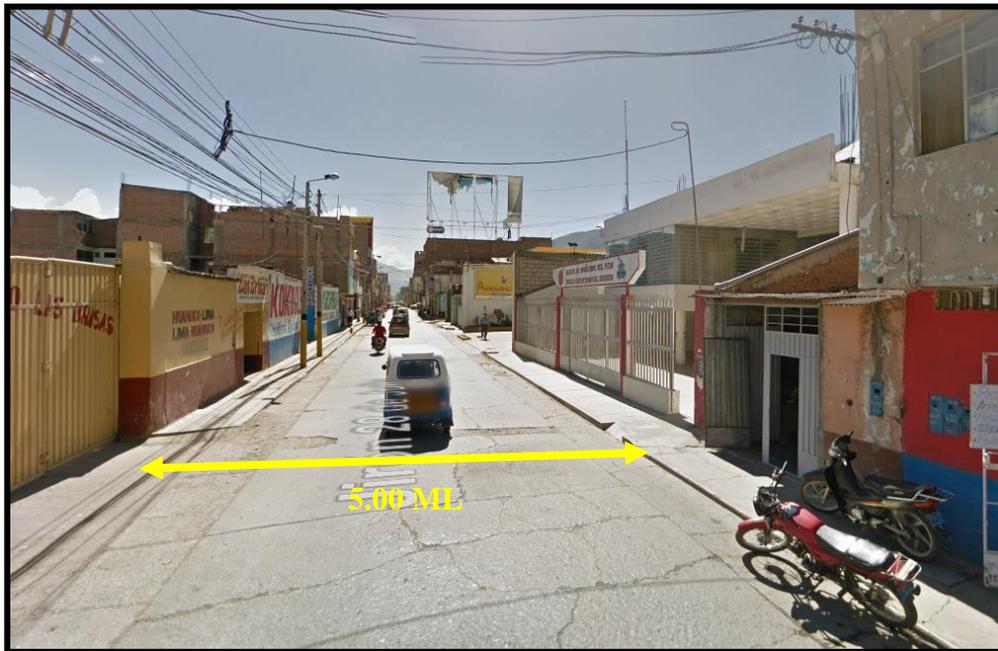
Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 13: Punto de fin del tramo de estudio

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2 Descripción de la Sección

El pavimento del Jr. 28 de Julio tiene un ancho de 5.00 ml y tiene una longitud total de 1850.00ml, siendo así en la figura 51, mostramos una toma fotográfica de la sección de vía del Jirón 28 de Julio, a la altura de la Cdra. 03 de Jirón ya mencionado.

FIGURA 51: Sección del Pavimento del Jr. 28 de Julio

Fuente: Elaboración Propia

2.1.3 Estructura del Pavimento

El pavimento del Jr. 28 de Julio tiene la capa de rodadura de concreto hidráulico con un espesor de 0.20 m, su tránsito es medianamente pesado y de acuerdo a su clasificación funcional de sistemas viales urbanos, el Jr. 28 de Julio cuenta con un sistema de colectores urbanos, es decir su servicio

Asimismo en el Gráfico 14, mostraremos la ubicación del pavimento del Jr. 28 de Julio a lo largo de todo el casco urbano de la Ciudad de Huánuco.



GRÁFICO 14. Ubicación del proyecto de investigación



Fuente: Elaboración propia



2.1.4 Ubicación Geográfica:

La ubicación política de la zona en estudio es la siguiente:

Departamento	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Huánuco
Vía de estudio	:	Jr. 28 de Julio desde la cuadra 1 al 15

2.1.5 Estudio de tráfico:

Se realizó el conteo vehicular en el Jr. 28 de Julio en un punto, el cual denominaremos estación uno (E-1) y se entre los Jr. 28 de Julio y Jr. Ayancocha (frente al grifo pastor)

En el cuadro N° 17, se muestra el IMD es de vehículos, de los destacan los moto taxis y los automóviles.

CUADRO 17: Estudio de tráfico, IMD

LUGAR DE CONTEO	ESTACION	SENTIDO	IMD	TIPO DE VEHICULO					
				MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS	MICROBUS	CAMION 2E	CAMION >=3E
Jr. 28 de Julio	E-01	S	693	250	250	150	36	5	2
		%	100.00	36.08	36.08	21.65	5.19	0.72	0.29

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 18, se muestra el formato de clasificación vehicular que fue rellenado en campo y se tuvo como punto estratégico, Jr. 28 de julio y Jr. Ayancocha, para el aforo de los vehículos que transitan por el pavimento del Jr. 28 de Julio.



2.1.6 Estudio de suelos

Procesamiento de datos de campo y laboratorio:

Los resultados de los Ensayos de laboratorio permitieron definir las características propias del suelo de la Sub Rasante y su clasificación según la AASHTO, se comprobó que la mayoría de las muestras pertenecen al tipo de suelo según AASHTO A-5 (0), según SUCS GM, su capacidad de soporte o CBR es de 35.8% para el 100% MDS Y 20.9% AL 95%



CAPITULO III: ANALISIS (APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI)



3.1 Tipos de falla del pavimento

3.1.1 Proceso

La evaluación superficial del pavimento rígido del Jr. 28 de Julio, se ubica en la zona urbana de la ciudad de Huánuco, se realizó mediante el método del PCI.

Se evaluaron el 100% del pavimento del Jr. 28 de julio, mediante la evaluación del PCI. La evaluación de esta vía se realizó para tener una visión general del estado total de la vía del distrito, ya que evaluar el 100% de las calles de la ciudad de Huánuco por el método del PCI hubiera requerido una mayor cantidad de personal y tiempo.

Con ayuda de planos de la zona y una libreta de campo se recolectó información sobre el metrado de fallas de la vía. Se dividió la vía en estudio en componentes y unidades de muestra. Luego se procesó toda la información a unas tablas en Excel, donde se calculó el valor del PCI para cada unidad de muestra, donde se puede observar el estado del pavimento.

3.1.2 Formato óptimo de recolección de datos del pavimento rígido:

La realización de las tablas de muestreo, se basa en la bibliografía usada, siendo la principal la norma ASTM D6433, está conformada por las 19 fallas que caracterizan a un pavimento rígido, su densidad en porcentaje, su severidad, y su valor de deducción. Esta tabla se realizó en hojas de cálculo de Excel, el trabajo fue de gabinete (ver cuadro N° 19 y 20).

**CUADRO 19:** Formato de hoja de inspección de pavimento rígido

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA																																					
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI),																																							
TIPO DE PAVIMENTO RÍGIDO																																							
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO																																			
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS																																			
INSPECCIONADA POR		FECHA																																					
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño																																		
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.																																		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea																																		
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento																																		
24	Grieta de durabilidad	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción																																		
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina																																		
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta																																		
		33	Bombeo	Esquema																																			
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td style="text-align: right;">4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td style="text-align: right;">6</td></tr> <tr><td></td><td></td><td style="text-align: right;">7</td></tr> <tr><td></td><td></td><td style="text-align: right;">8</td></tr> <tr><td></td><td></td><td style="text-align: right;">9</td></tr> <tr><td></td><td></td><td style="text-align: right;">10</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">A</td><td style="text-align: center;">B</td><td></td></tr> </table>				1			2			3			4			5			6			7			8			9			10	A	B	
		1																																					
		2																																					
		3																																					
		4																																					
		5																																					
		6																																					
		7																																					
		8																																					
		9																																					
		10																																					
A	B																																						
q =		PCI =		CLASIFICACION =																																			

Fuente: ASTM D6433.

**CUADRO 20:** Formato para obtener el máximo valor deducido corregido (CDV).

N/O	VALORES DEDUCIDOS						Total	q	CDV
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Fuente: ASTM D6433

3.1.3 Cálculo de las Unidades de Muestreo:

Para el cálculo de las unidades de muestreo, se aplicara el método aleatorio, el cual corresponde la aplicación de la ecuación N° 01 del ítem determinación de las Unidades de Muestreo para evaluación, tal como lo señala la norma ASTM D6433 y esta transcrito en el Capítulo N° 01 del presente estudio.

Las condiciones para el pavimento del Jr. 28 de Julio, que tiene 15 cuadras y 20 losas por cuadra, teniendo un total de unidades de muestreo de 300 losas por inspeccionar.

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

...Ecuación N° 01

Donde:

CUADRO 21: Datos para cálculo de número mínimo de unidades de muestra

Nomenclatura	Descripción	Valor para este caso
n:	Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.	? losas
N:	Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.	300 losas
e:	Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)	5
s:	Desviación estándar del PCI entre las unidades.	15 para pavimentos rígidos

Fuente: Elaboración Propia



Aplicación de la ecuación N° 01:

$$n = \frac{300 * 15^2}{\frac{5^2}{4} * (300 - 1) + 15^2}$$

$$n = 32.23880597$$

$$n = 32.00$$

Siendo del total de 300 losas, unidades de muestra y de las cuales 32 serán las unidades mínimas a ser evaluadas.

3.1.4 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

Mediante la ecuación N° 02 se calculara las unidades de muestra a ser inspeccionadas

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

$$i = \frac{300}{32}$$

$$i = 9.375 = 10.00$$

De los aplicado se obtiene que el intervalo de muestreo sera igual a 10 y son 32 unidades minimas de muestreo, a continuacion se señalas las unidades de muestro seleccionadas:

En los Graficos 15, 16, 17, 18 y 19, se muestra que losas han sido clasificadas aplicando el ítem 3.1.4



GRÁFICO 15: Selección de unidades de muestreo en la primera, segunda y tercera cuadra del Jr. 28 de Julio

JR. JUNIN		JR. AYACUCHO		JR. MAYRO		JR. TARAPACA																								
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
JR. JUNIN		JR. AYACUCHO		JR. MAYRO		JR. TARAPACA																								

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 16: Selección de unidades de muestreo en la cuarta, quinta y sexta cuadra del Jr. 28 de Julio

JR. TARAPACA		JR. AGUILAR		JR. AYACUCHO		JR. HUÁNUCO																								
	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119
	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120
JR. TARAPACA		JR. AGUILAR		JR. AYACUCHO		JR. HUÁNUCO																								

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 17: Selección de unidades de muestreo en la séptima, octava y novena cuadra del Jr. 28 de Julio

JR. HUÁNUCO		JR. GENERAL PRADO		JR. DAVAZO BEBALIN		JR. CRESPO CASTILLO																									
	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141	143	145	147	149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177	179
	120	122	124	126	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	180
JR. HUÁNUCO		JR. GENERAL PRADO		JR. DAVAZO BEBALIN		JR. CRESPO CASTILLO																									

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 18: Selección de unidades de muestro en la décima, décima primera y décima segunda cuadra del Jr. 28 de Julio

JR. CRESPO CASTILLO										JR. CONSTITUCIÓN										JR. PROGRESO										JR. PEDRO PUELLAS										
179	181	183	185	187	189	191	193	195	197	199	201	203	205	207	209	211	213	215	217	219	221	223	225	227	229	231	233	235	237	239	241	243	245	247	249	251	253	255	257	259
180	182	184	186	188	190	192	194	196	198	200	202	204	206	208	210	212	214	216	218	220	222	224	226	228	230	232	234	236	238	240	242	244	246	248	250	252	254	256	258	260
JR. CRESPO CASTILLO										JR. CONSTITUCIÓN										JR. PROGRESO										JR. PEDRO PUELLAS										

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 19: Selección de unidades de muestro en la décima tercera, décima cuarta y décima quinta cuadra del Jr. 28 de Julio

JR. PEDRO PUELLAS										AV. ALAMEDA DE LA REPUBLICA										JR. PEDRO BARROSO										JR. 14 DE AGOSTO										
239	241	243	245	247	249	251	253	255	257	259	261	263	265	267	269	271	273	275	277	279	281	283	285	287	289	291	293	295	297	299	301	303	305	307	309	311	313	315	317	319
240	242	244	246	248	250	252	254	256	258	260	262	264	266	268	270	272	274	276	278	280	282	284	286	288	290	292	294	296	298	300	302	304	306	308	310	312	314	316	318	320
JR. PEDRO PUELLAS										AV. ALAMEDA DE LA REPUBLICA										JR. PEDRO BARROSO										JR. 14 DE AGOSTO										

Fuente: Elaboración Propia

3.1.5 Trabajo de campo inspección y levantamiento de datos

Esta etapa 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 registrara en las tablas de muestreo ya adecuados para tal fin.

Realizamos el recorrido desde la progresiva 0+000 a 1 + 850, marcando los componentes y unidades de muestreo de la vía, además de anotar los tipos de falla encontrados, y su severidad.

Para el trabajo de campo es necesario contar con equipos y herramientas como son:



Equipos:

Cámara fotográfica y de video.

Herramientas:

Hojas de inspección

Wincha

Regla o flexómetro

2 Latas de pintura (roja: para los componentes, blanca, para las unidades de muestreo), con brocha.

Estacas

Yeso

3.1.6 Inspección de Unidades de Muestra

Revisando el croquis y las unidades de muestra seleccionada para que sean inspeccionadas, se prosiguió a caminar por las losas seleccionadas para comparar si sobre esta se encuentra algún tipo de deterioro que coincida con lo descrito en el manual de daños.

Sin embargo en este caso para determinar si una cuadra se encuentra o no en mal estado y necesita ser intervenida, es insuficiente evaluar solo 05 o 06 losas de un total de 20 losas por cuadra, es por tal que se decidió evaluar todas las losas de las 15 cuadras que comprende el Jr. 28 de Julio de inicio a fin.

Y de acuerdo al proceso de evaluación se registró su severidad y cantidad de cada una de las losas, registrando toda esta información en el Formato indicado en el Cuadro N° 19.

3.1.7 Calculo del PCI de las Unidades de Muestreo

Al término de la inspección, verificación y comparación en campo de todas las unidades de muestra, ya en gabinete la información recopilada sobre los daños se utiliza



para calcular el PCI, dicho proceso se puede realizar de forma manual o a través de hojas de cálculo en Excel.

El cálculo del PCI está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas.

Para hacer fácil la comprensión y el entendimiento del cálculo del PCI, se va a detallar y describir a través de pasos:

ETAPA 1: Calculo de los Valores Deducidos (VD):

1.a. Contabilice el número de losas en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato que se indica en el cuadro N° 19 de la presente investigación.

1.b. Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

1.c. Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

ETAPA 2: Calculo del Numero Admisible Máximo de Deducidos (m)

2.a. Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

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

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

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$



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 .

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

ETAPA 3: Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

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

3. b. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.

3. c. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

3. d. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

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

$$PCI = 100 - \text{máx}CDV$$

Dónde

PCI = Índice de condición presente

Máx. CDV = Máximo valor corregido deducido



Siendo el valor de deducción reducido a emplear de las metodologías ASTM D6433, hemos visto necesario el cálculo del mismo, y de esta forma obtener el valor del PCI, y concluir en el resultado del diagnóstico final de la vía en estudio.



CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS



4.1 Levantamiento de la Información

En la siguiente tabla de la Cuadra 22 se mencionan los tipos de Fallas para pavimentos rígidos y se detalla a cada tipo de falla y su correspondiente numeración.

CUADRO 22: Tipo de daños y su numeración para pavimentos rígidos

No.	Daño	No.	Daño
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 de vía férrea
26	Sello de junta.	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril / Berma.	37	Retracción
28	Grieta lineal.	38	Descascaramiento de esquina
29	Parqueo (grande).	39	Descascaramiento de junta
30	Parqueo (pequeño)		

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro 23 se detallara los niveles de severidad, sus símbolos y sus significados.

CUADRO 23: Niveles de Severidad y su simbolización

NIVELES DE SEVERIDAD			
IDIOMA - INGLES		IDIOMA - ESPAÑOL	
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
H	HIGHT	A	ALTO
M	MEDIUM	M	MEDIO
L	LOW	B	BAJO

Fuente: Elaboración Propia



La nomenclatura que se usara para identificar el tipo de daño y su severidad, tal como se describe en el grafico 20.

GRÁFICO 20: Descripción Tipo de Daño y su nivel de severidad



Fuente: Elaboración Propia

Ya completada la inspección de campo, se procede al cálculo del PCI, el cual se basa en el cálculo de los valores deducidos.

El cálculo se realizó en las fichas realizadas en Hojas Excel, para un mejor desarrollo y obtención de resultados.

Totalizando cada tipo y nivel de severidad de daño se registró en las fichas, para así poder calcular su densidad individual de cada falla.

4.2 Aplicación del PCI

A continuación mostraremos la forma de calcular los índices de condición de pavimento de las 15 Unidades de Muestra, los cuales corresponden a las 15 cuadras del Jr. 28 de Julio. Asimismo en el Cuadro 24 identificaremos cada una de las unidades de muestra, a las cuales se aplicaran el método PCI.

**CUADRO 24:** Identificación y Ubicación de la Unidades de Muestra

UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCION	UBICACIÓN
UM-1	Cuadra 01	Jr. Junin - Jr. Ayancocha
UM-2	Cuadra 02	Jr. Ayancocha - Jr. Mayro
UM-3	Cuadra 03	Jr. Mayro - Jr. Tarapaca
UM-4	Cuadra 04	Jr. Tarapaca - Jr. Aguilar
UM-5	Cuadra 05	Jr. Aguilar - Jr. Ayacucho
UM-6	Cuadra 06	Jr. Ayacucho -Jr. Huánuco
UM-7	Cuadra 07	Jr. Huánuco -Jr. General Prado
UM-8	Cuadra 08	Jr. General Prado - Jr. Damaso Beraun
UM-9	Cuadra 09	Jr. Damaso Beraun - Jr. Crespo Castillo
UM-10	Cuadra 10	Jr. Crespo Castillo - Jr. Constitución
UM-11	Cuadra 11	Jr. Constitución - Jr. Progreso
UM-12	Cuadra 12	Jr. Progreso - Jr. Pedro Puelles
UM-13	Cuadra 13	Jr. Pedro Puelles - Av. Alameda de la Republica
UM-14	Cuadra 14	Av. Alameda de la Republica - Jr. Pedro Barroso
UM-15	Cuadra 15	Jr. Pedro Barroso - Jr. 14 de Agosto

Fuente: Elaboración Propia

- Calcularemos el Valor deducido Individual (q), ordenados de forma descendente, que corresponde al número de repeticiones para educir a 2 el menor valor deducido, obtenida mediante el uso de densidades de cada tipo de daño y su nivel de severidad en sus respectivos ábacos para las 15 unidades de muestra.
- Calcularemos el Valor Deducido Total en su respectivo ábaco y la determinación del PCI de las 15 unidades de muestra.
- Calcularemos el PCI promedio de las 15 unidades de muestra.
- Calcularemos el PCI General para el pavimento de tipo rígido del Jr. 28 de Julio.



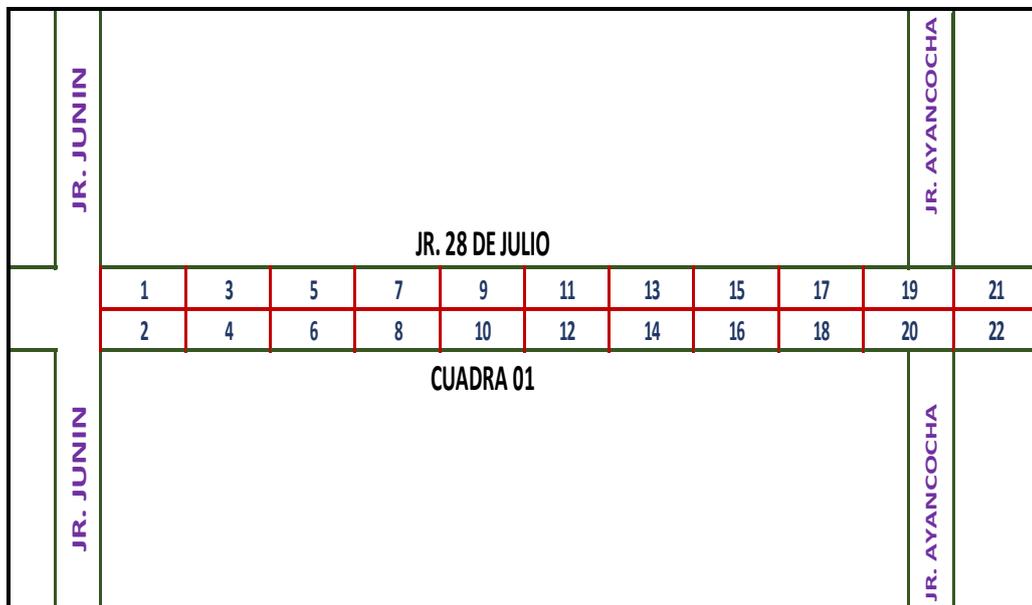
4.3 Resultados

4.3.1 Unidad de muestra UM - 01

La unidad de muestra UM - 01 tiene 20 losas y pertenece a la primera cuadra del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 21.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 21: Esquema de la Cuadra 01 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra 01



Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 25:** Hoja de inspección de la UM – 1

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMITIO VALDIZÁN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA					
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI), TIPO DE PAVIMENTO RÍGIDO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
Huánuco		0 + 000		N° 01	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
Vecinal - Urbana		0 + 123		20	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
Medina Mamani, K.			27/09/2016		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo	Esquema	
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)		
34	A	3	15.00%	40	34 A 28 A
28	A	17	85.00%	59	23 A 36 A
23	A	14	70.00%	81	28 A 23 A
36	A	2	10.00%	19	23 A 34 A 28 25A A
25	A	3	15.00%	25	23 A 34 A 28 28A A
39	A	1	5.00%	8	28 A 23 A
22	A	2	10.00%	25	28 A 23 A
					39A 36 23 A 28 A A
					23 A 25A 28 28A A
					23 A 25A 28 28A A
					22A 22A 23A 23A 28A 28A
					A B
q =7		PCI = 0		CLASIFICACION = Fallado	

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 25, demuestra el resultado final del formato de inspección visual para pavimento rígido de una Unidad de muestra, procesado a través del Método PCI.



En el cuadro N° 26 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 26: Cálculo del PCI, UM - 1

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
28	A	17	85.00%
23	A	14	70.00%
34	A	3	15.00%
25	A	3	15.00%
36	A	2	10.00%
22	A	2	10.00%
39	A	1	5.00%

Fuente: Elaboración propia.

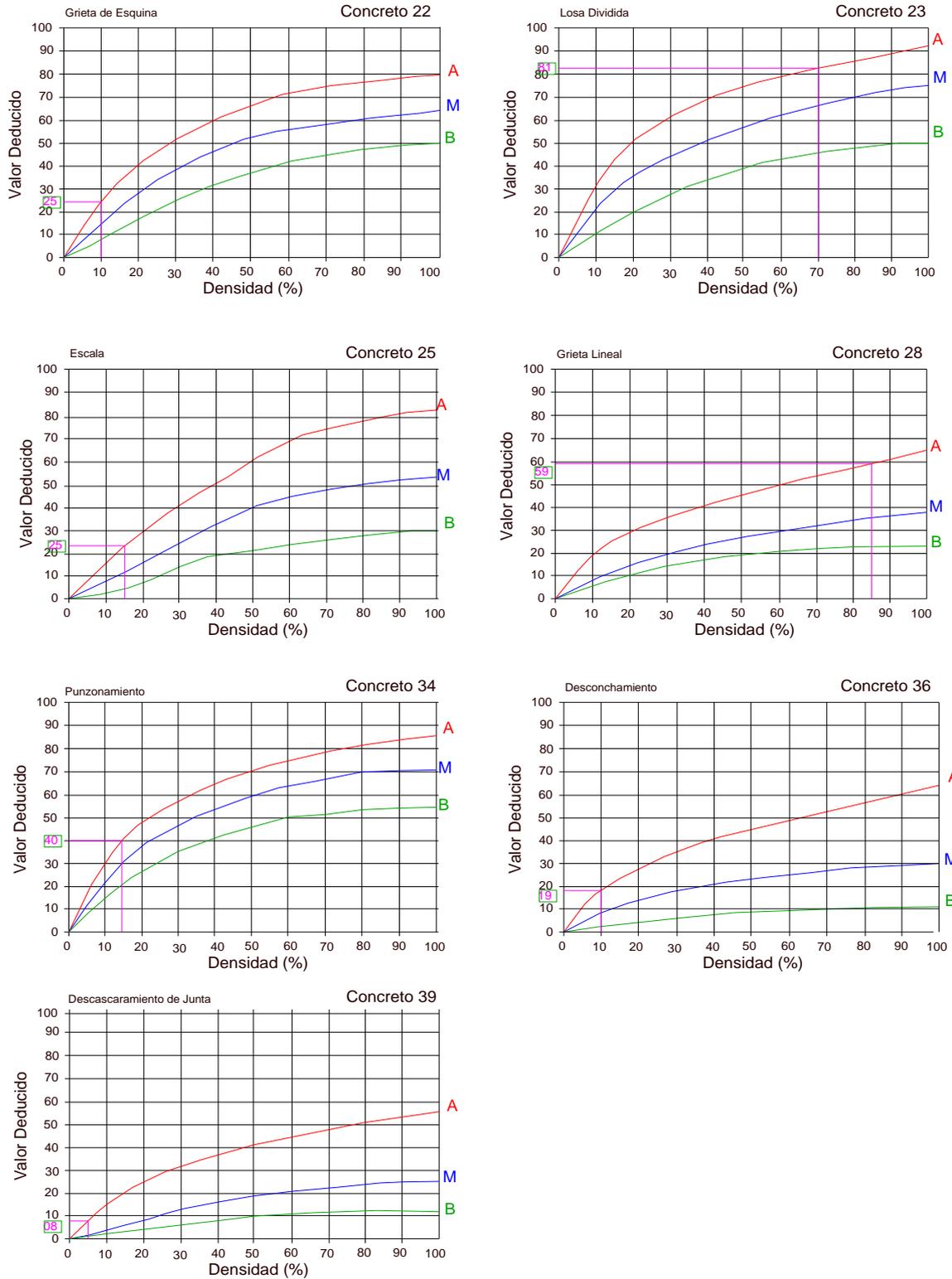
De las fichas de inspección obtenidas anteriormente y plasmadas en el cuadro N° 26 se tiene el valor de la densidad es 85, para la falla o daño N° 28, con una severidad Alta (A o H), estos valores se identificaran en el gráfico N°22:

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 26, usando para ello sus densidades obtenidas, siendo su ubicación en las abscisas (x):



GRÁFICO 22: Análisis de la curva Densidad (Tipo de Falla) – Nivel de Severidad –

Valor Deducido – UM 1



Fuente: Elaboración propia



De los ábacos presentados en el grafico N° 22, se calcularon los valores deducidos (ordenadas) en función de las densidades (abscisa), el tipo de daño y severidad (curva), los cuales serán usados de forma descendente en las columnas del ítem valores deducidos para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 27.

Cálculo del PCI de la UM – 1

CUADRO 27: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 1.

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	81	59	40	19	25	25	8		257	7	----
2	81	59	40	19	25	25	5		254	6	----
3	81	59	40	19	25	5	5		234	5	----
4	81	59	40	19	5	5	5		214	4	----
5	81	59	40	5	5	5	5		200	3	----
6	81	59	5	5	5	5	5		165	2	100
7	81	5	5	5	5	5	5		111	1	100

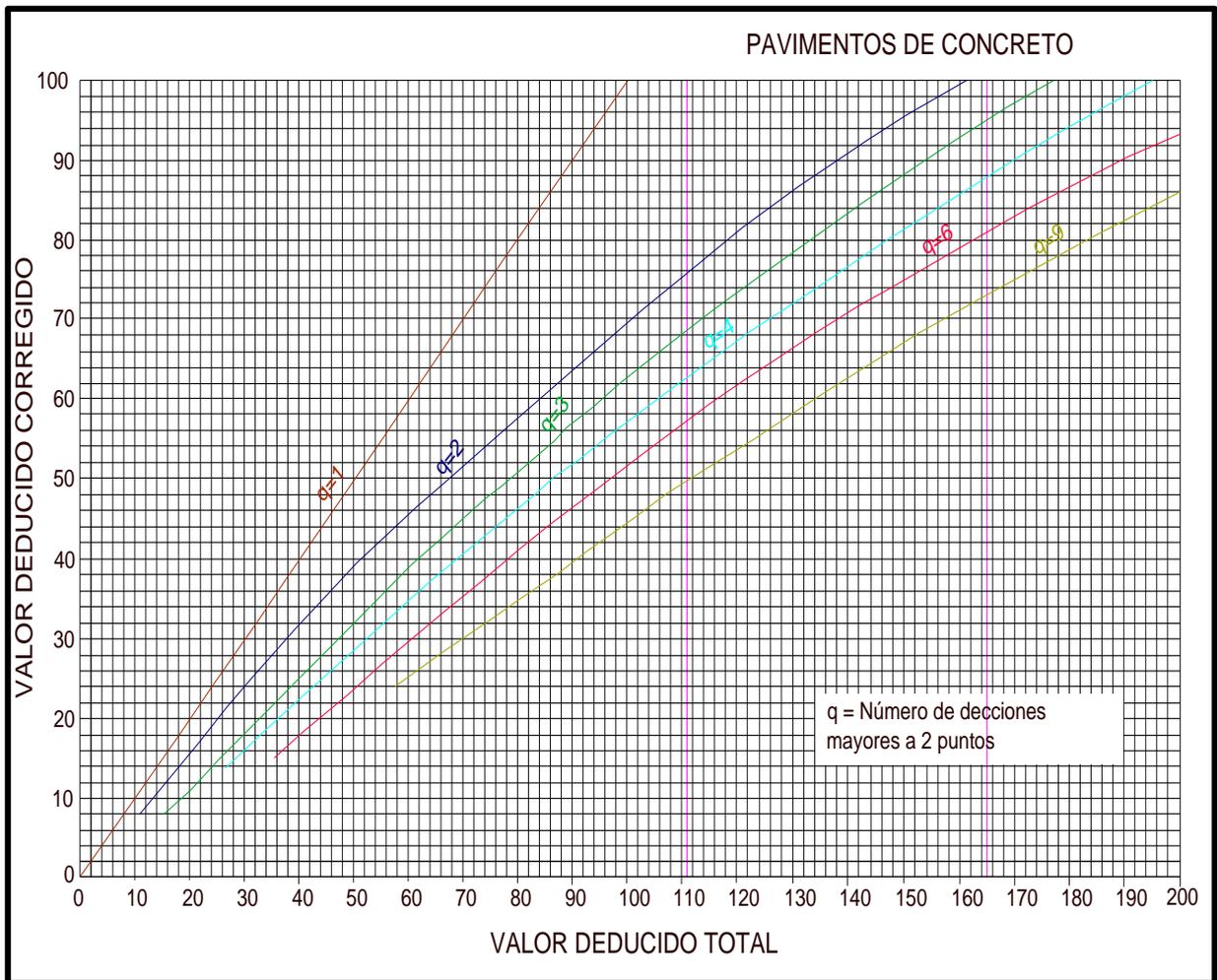
Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 27, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al número de veces que se repite para reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$.

Del cuadro N° 27 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.



GRÁFICO 23: Abaco de corrección de CDV, UM – 1



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico N° 23, se obtiene el Valor corregido “CDV” (ordenada en la tabla) del valor reducido Total (abscisa en la Tabla) y de q (curva), valores que fueron obtenidos anteriormente en el cuadro N° 27

Por lo que se obtiene los siguientes resultados, para UM-01:

q = 7

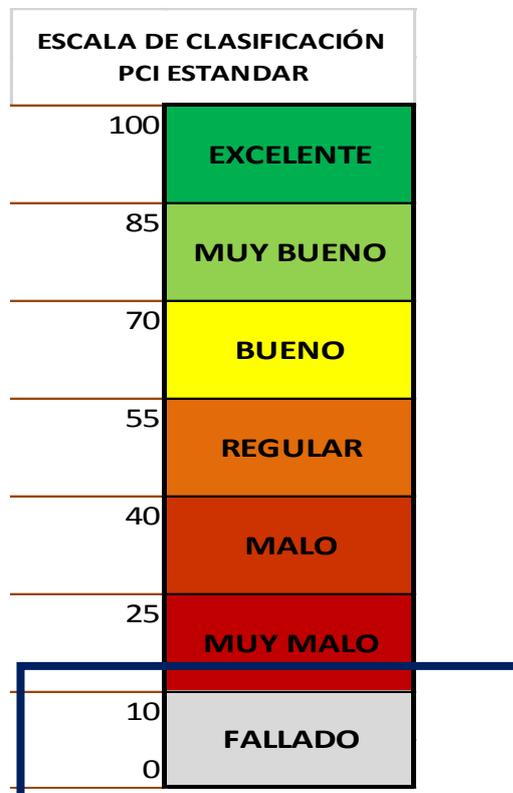


$$\text{Max CDV} = 100$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$\text{PCI} = 0$$

GRAFICO 24: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra UM-1



Fuente: Elaboración Propia

Del grafico N° 24 y del Valor PCI=0, su clasificación para la Unidad de Muestra 01 será

FALLADO.



4.3.2 Unidad de muestra UM - 02

La unidad de muestra UM - 02 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 02 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 25.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 25: Esquema de la Cuadra N° 02 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 02

JR. AYANCOCHA	JR. 28 DE JULIO										JR. MAYRO
19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
JR. AYANCOCHA	CUADRA 02										JR. MAYRO

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 28:** Hoja de inspección de la UM – 2

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO			
Huánuco		0 + 123		N° 02			
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS			
Vecinal - Urbana		0 + 246		20			
INSPECCIONADA POR				FECHA			
Medina Mamani, K.				27/09/2016			
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño		
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea		
23	Losa dividida.	29	Parcheo (grande).	36	Desconchamiento		
24	Grieta de durabilidad	30	Parcheo (pequeño)	37	Retracción		
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina		
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta		
		33	Bombeo	Esquema			
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido			
34	A	3	15.00%	41	34 A 28 A	23 A 36 A	10
28	A	11	55.00%	48	28 A 23 A	28A 23 A	9
23	A	12	60.00%	79	23 A 25A	34 A 28 A	8
25	A	2	10.00%	15	23 A	34 A 28 A	7
39	A	1	5.00%	8	28 A 23 A	28A 23 A	6
36	A	1	5.00%	10	28 A 23 A	28A 23 A	5
38	M	1	5.00%	1	39A 36 A	23 A 28 A	4
36	M	1	5.00%	4	28 A	23 A	3
					23 A	25A 28 A	2
					36 M	38 M	1
				A B			
q =6		PCI = 0		CLASIFICACION = Fallado			

Fuente: Elaboración propia



El cuadro N° 28, demuestra el resultado final del formato de inspección visual para pavimento rígido de una Unidad de muestra, procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 29 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 29: Cálculo del PCI, UM - 2

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
23	A	12	60.00%
28	A	11	55.00%
34	A	3	15.00%
25	A	2	10.00%
39	A	1	5.00%
36	A	1	5.00%
38	M	1	5.00%
36	M	1	5.00%

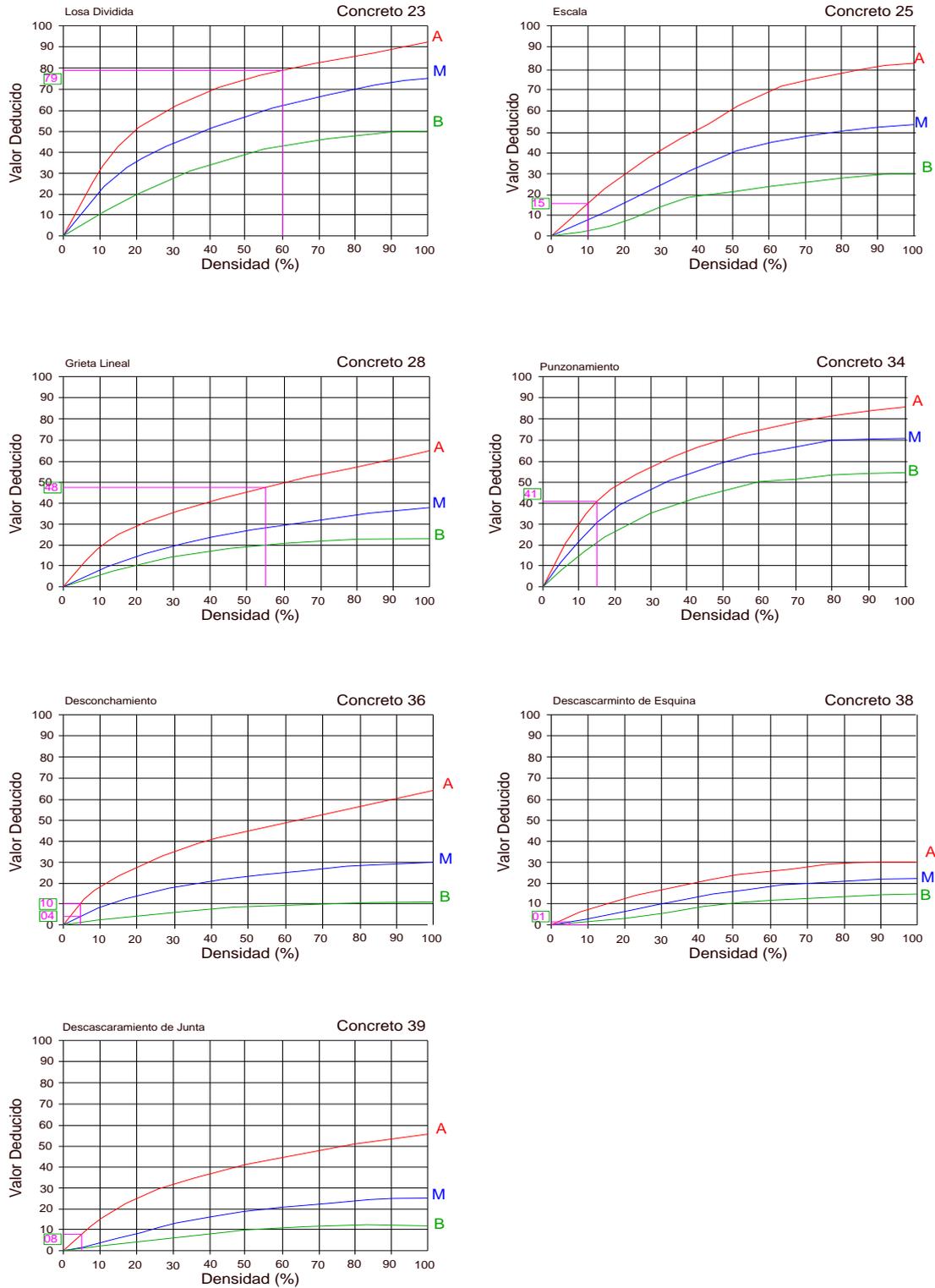
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente y plasmadas en el cuadro N° 29 se tiene el valor de la densidad es 60 para la falla o daño N° 23, con una severidad Alta (A o H), estos valores se identificarán en el gráfico N°26:

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 29, usando para ello sus densidades obtenidas (ubicación en las abscisas de la tabla):



GRÁFICO 26: Análisis de la curva Densidad (Tipo de Falla) – Nivel de Severidad – Valor Deducido - UM 2



Fuente: Elaboración propia



De los ábacos presentados en el grafico N° 26, se calcularon los valores deducidos (ordenadas) en función de las densidades (abscisa), el tipo de daño y severidad (curva), los cuales serán usados de forma descendente en las columnas del ítem valores deducidos para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 30.

Cálculo del PCI de la UM – 2

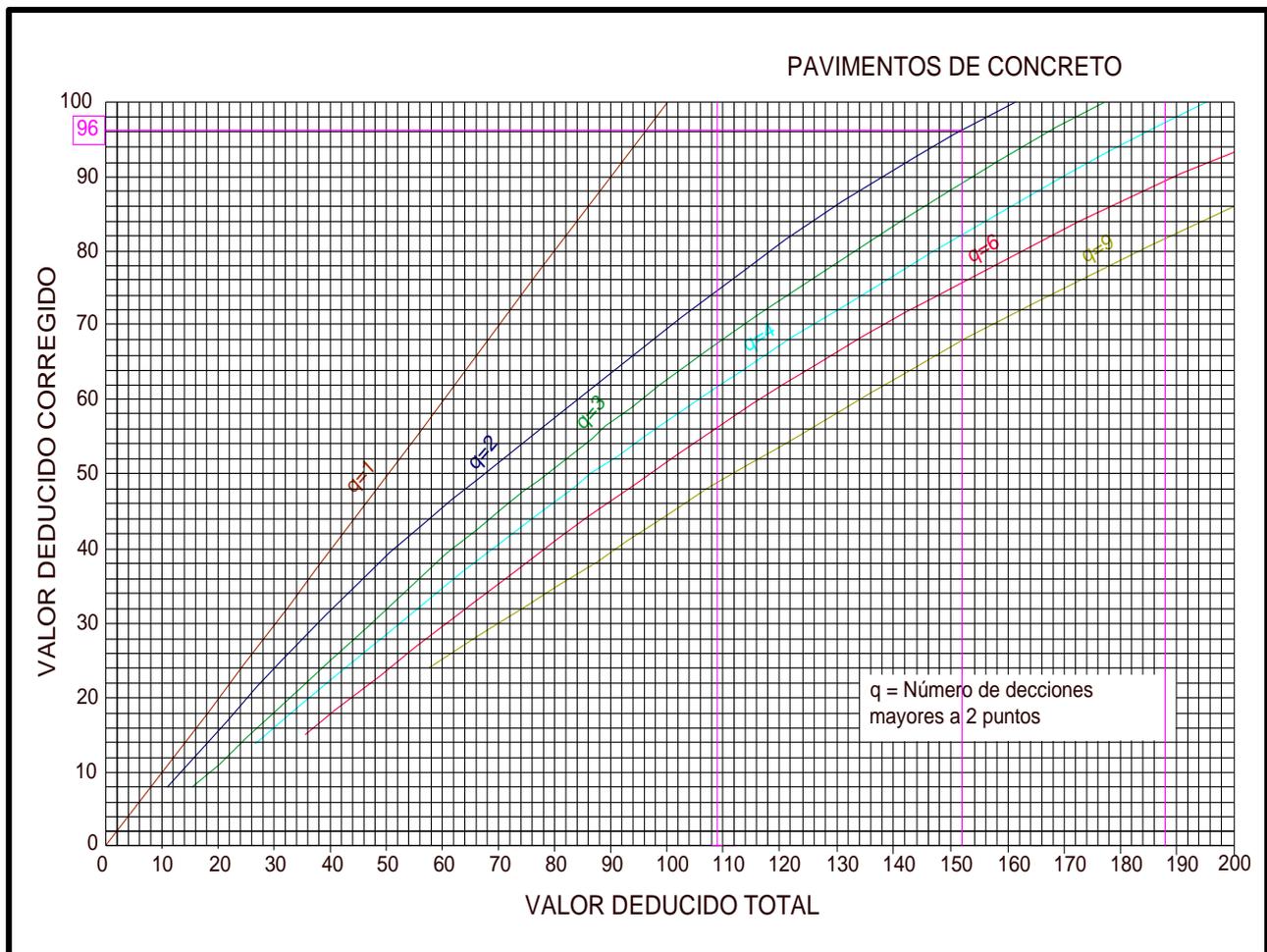
CUADRO 30: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 2

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	79	48	41	15	10	8	4	1	206	6	----
2	79	48	41	15	10	5	4	1	203	5	----
3	79	48	41	15	5	5	4	1	198	4	----
4	79	48	41	5	5	5	4	1	188	3	100
5	79	48	5	5	5	5	4	1	152	2	96
6	79	5	5	5	5	5	4	1	109	1	100

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 30, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al número de veces que se repite para reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$.

Del cuadro N° 30 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.

GRÁFICO 27: Ábaco de corrección de CDV, UM – 2

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico N° 27, se obtiene el Valor corregido “CDV” (ordenada en la tabla) del valor reducido Total (abscisa en la Tabla) y de q (curva), valores que fueron obtenidos anteriormente en el cuadro N° 30

Por lo que se obtiene los siguientes resultados, para UM-02:

:

$$q = 6$$

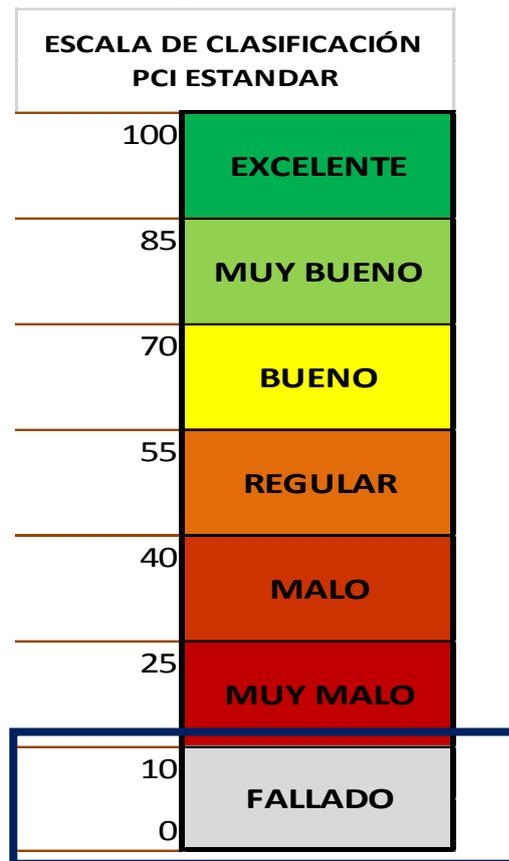
$$\text{Max CDV} = 100$$



$$PCI = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$PCI = 0$$

GRÁFICO 28: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra UM-2



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 28 y del Valor PCI=0, su clasificación para la Unidad de Muestra 02 será

FALLADO.



4.3.3 Unidad de muestra UM - 03

La unidad de muestra UM - 03 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 03 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 29.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 29: Esquema de la Cuadra N° 02 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 03

JR. MAYRO	JR. 28 DE JULIO										JR. TARAPACA
39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	
40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	
JR. MAYRO	CUADRA 03										JR. TARAPACA

Fuente: Elaboración Propia



CUADRO 31. Hoja de inspección de la UM – 3

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		
Huánuco		0 + 246		N° 03		
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS		
Vecinal - Urbana		0 + 369		20		
INSPECCIONADA POR				FECHA		
Medina Mamani, K.				27/09/2016		
No.	Daño		No.	Daño		
21	Blow up / Buckling.		27	Desnivel Carril / Berma.		
22	Grieta de esquina.		28	Grieta lineal.		
23	Losas divididas.		29	Parcheo (grande).		
24	Grieta de durabilidad		30	Parcheo (pequeño)		
25	Escala.		31	Pulimento de agregados		
26	Sello de junta.		32	Popouts		
			33	Bombeo		
Esquema						
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido		
28	A	10	50.00%	45	28A 23 A	38A 34M
23	A	8	40.00%	69	30 M 28A	25A 34A
38	A	6	30.00%	18	30 M 28A	25A 34A
34	A	3	15.00%	41	28A 23 A	38A 34M
25	A	2	10.00%	16	28A 23 A	38A 34M
30	M	2	10.00%	2	28A 23 A	38A 34M
34	M	6	30.00%	47	28A 23 A	38A 34M
39	A	1	5.00%	9	28A 23 A	38A 34M
					23 A 28 A	39 A 34 A
					28 A 23 A	28A 23 A
					A	B
q =7			PCI = 0		CLASIFICACION = Fallado	

Fuente: Elaboración propia



El cuadro N° 31, demuestra el resultado final del formato de inspección visual para pavimento rígido de una Unidad de muestra, procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 32 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 32: Cálculo del PCI, UM - 3

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
28	A	10	50.00%
23	A	8	40.00%
38	A	6	30.00%
34	M	6	30.00%
34	A	3	15.00%
25	A	2	10.00%
30	M	2	10.00%
39	A	1	5.00%

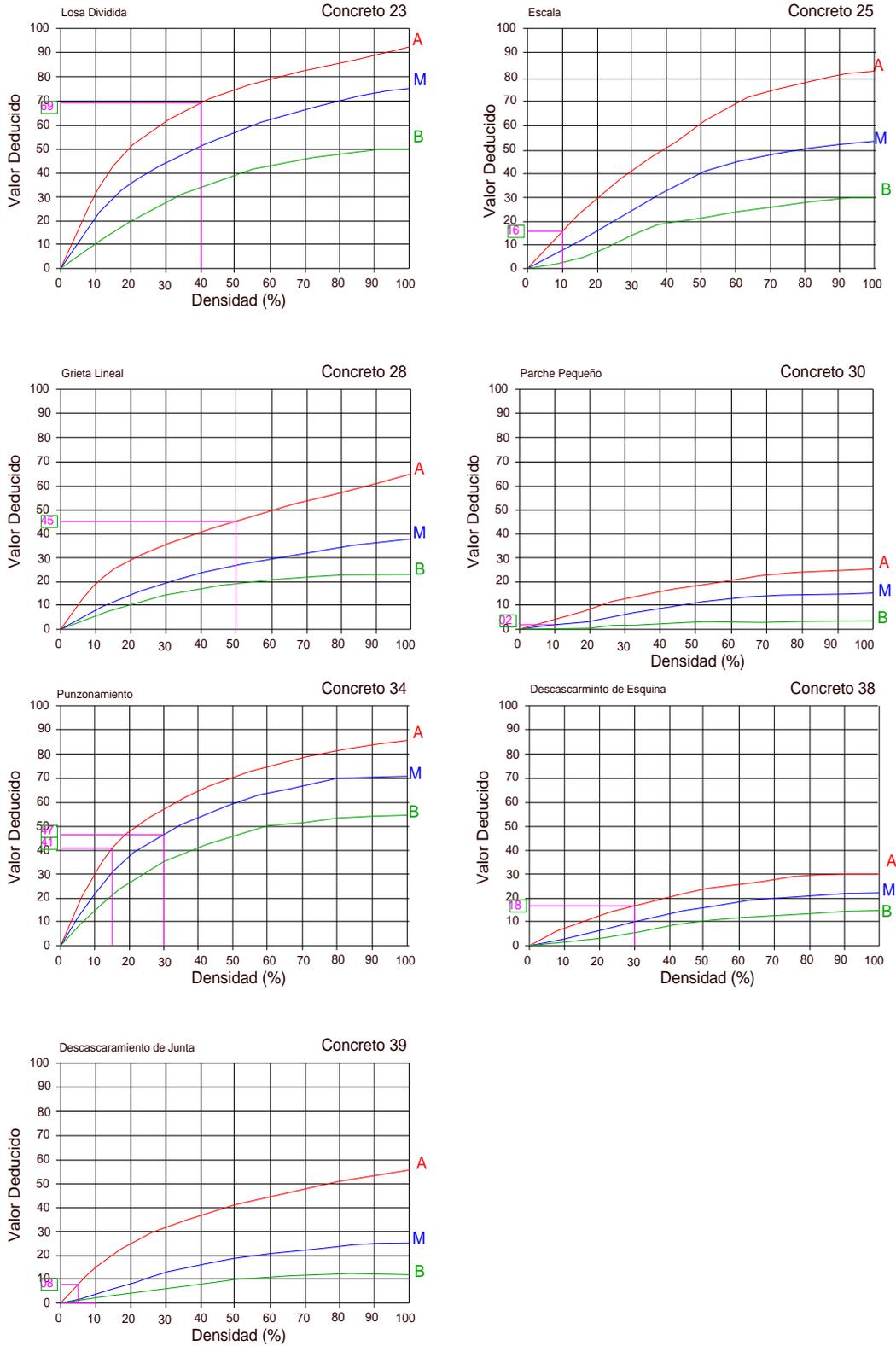
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente y plasmadas en el cuadro N° 29 se tiene el valor de la densidad es 50 para la falla o daño N° 28, con una severidad Alta (A o H), estos valores se identificarán en el gráfico N°30:

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 32, usando para ello sus densidades obtenidas (ubicación en las abscisas de la tabla):



GRÁFICO 30: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia.



De los ábacos presentados en el grafico N° 30, se calcularon los valores deducidos (ordenadas) en función de las densidades (abscisa), el tipo de daño y severidad (curva), los cuales serán usados de forma descendente en las columnas del ítem valores deducidos para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 33.

Cálculo del PCI de la UM – 3

CUADRO 33: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 3

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	69	47	45	41	18	16	9	2	247	7	----
2	69	47	45	41	18	16	5	2	243	6	----
3	69	47	45	41	18	5	5	2	232	5	----
4	69	47	45	41	5	5	5	2	219	4	----
5	69	47	45	5	5	5	5	2	183	3	100
6	69	48	5	5	5	5	5	2	144	2	98
7	69	5	5	5	5	5	5	2	101	1	100

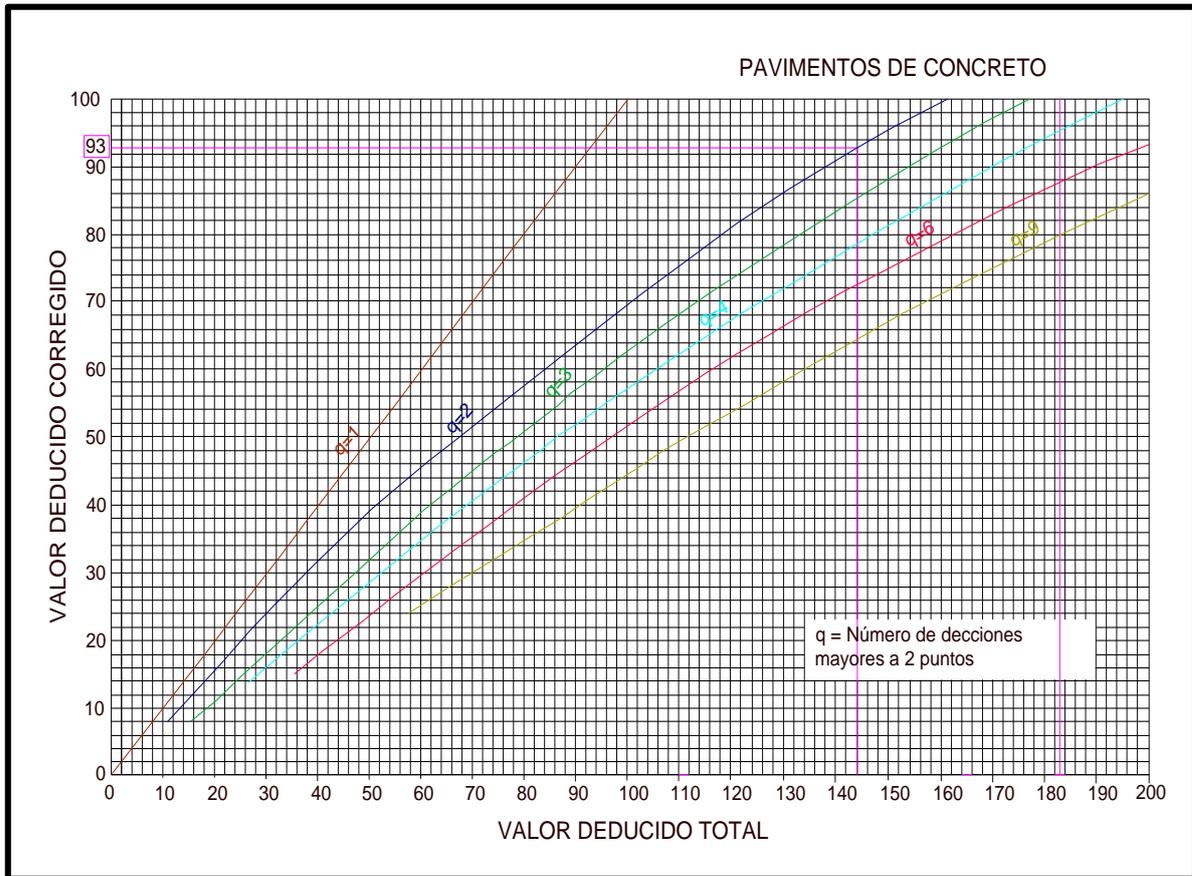
Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 33, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al número de veces que se repite para reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$.

Del cuadro N° 33 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.



GRÁFICO 31: Ábaco de corrección de CDV, UM – 3



Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 30 y del gráfico N° 31, se obtiene los siguientes resultados, para UM-03:

$$q = 7$$

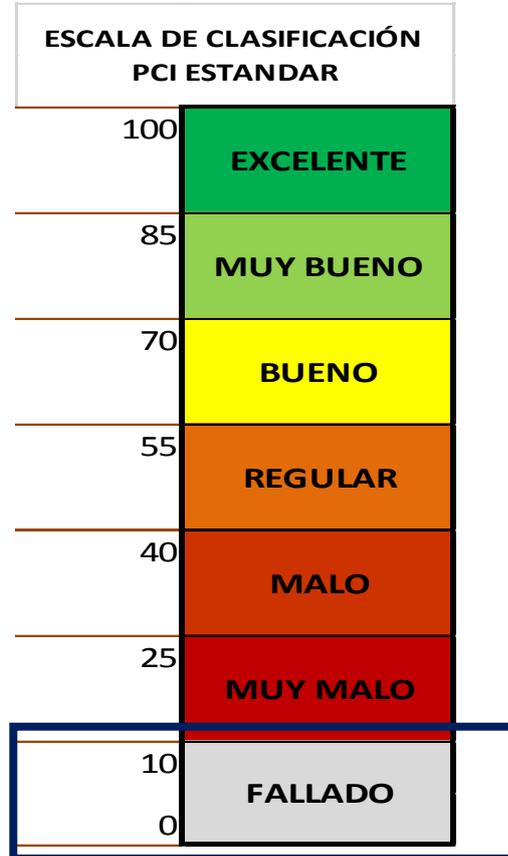
$$\text{Max CDV} = 100$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$\text{PCI} = 0$$



GRÁFICO 32: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-3



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 32 y del Valor PCI=0, su clasificación para la Unidad de Muestra 03 será **FALLADO**.



4.3.4 Unidad de muestra UM - 04

La unidad de muestra UM - 04 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 04 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 33.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 33: Esquema de la Cuadra N° 02 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 04

JR. TARAPACA	JR. 28 DE JULIO										JR. AGUILAR	
59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	
60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	
JR. TARAPACA	CUADRA 04										JR. AGUILAR	

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 34:** Hoja de inspección de la UM – 04

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA				
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI),						
TIPO DE PAVIMENTO RÍGIDO						
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		
Huánuco		0 + 369		N° 04		
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS		
Vecinal - Urbana		0 + 492		20		
INSPECCIONADA POR				FECHA		
Medina Mamani, K.				27/09/2016		
No.	Daño		No.	Daño		
21	Blow up / Buckling.		27	Desnivel Carril / Berma.		
22	Grieta de esquina.		28	Grieta lineal.		
23	Losa dividida.		29	Parcheo (grande).		
24	Grieta de durabilidad "D".		30	Parcheo (pequeño)		
25	Escala.		31	Pulimento de agregados		
26	Sello de junta.		32	Popouts		
			33	Bombeo		
Esquema						
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido		
30	M	1	5.00%	1	30 M 28A	25A 34A
28	A	18	90.00%	61	28A 23 A	38A 34M
25	A	1	5.00%	8	28A	28A
34	A	1	5.00%	17	28A 29A	28A 29A
23	A	9	45.00%	72	28A 29A	28A 29A
38	A	1	5.00%	4	28A 29A	28A 29A
34	M	1	5.00%	12	23A 28A	23A 28A
29	A	6	30.00%	39	23A 28A	23A 28A
					23A 28A	23A 28A
					23A 28A	23A 28A
					A	B
q=6		PCI = 0		CLASIFICACION = Fallado		

Fuente: Elaboración propia



El cuadro N° 34, demuestra el resultado final del formato de inspección visual para pavimento rígido de una Unidad de muestra, procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 35 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 35: Cálculo del PCI, UM - 4

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
28	A	18	90.00%
23	A	9	45.00%
29	A	6	30.00%
30	M	1	5.00%
25	A	1	5.00%
34	A	1	5.00%
38	A	1	5.00%
34	M	1	5.00%

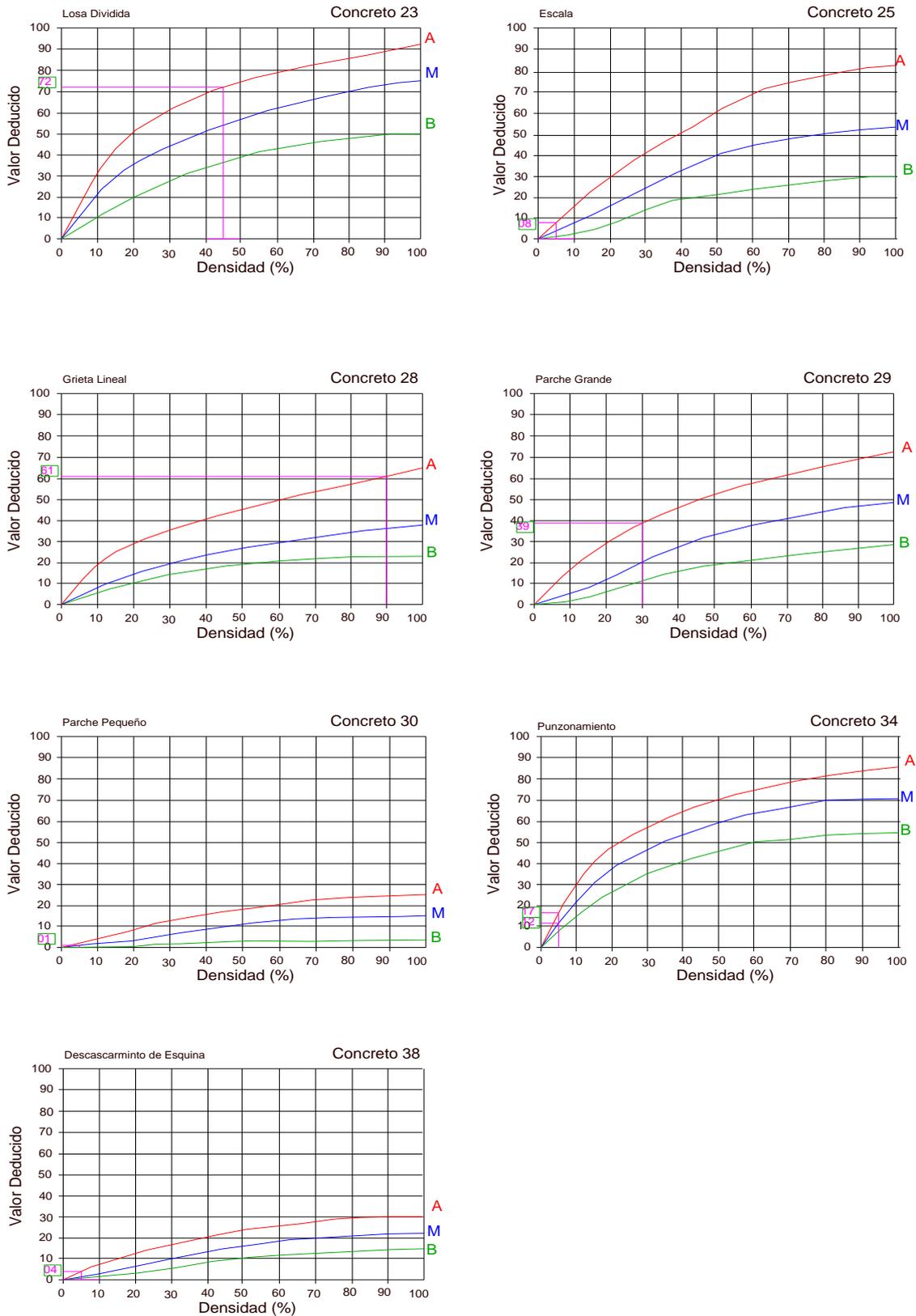
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente y plasmadas en el cuadro N° 35 se tiene el valor de la densidad es 90 para la falla o daño N° 28, con una severidad Alta (A o H), estos valores se identificaran en el gráfico N°33:

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 35, usando para ello sus densidades obtenidas (ubicación en las abscisas de la tabla):



GRÁFICO 34: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia



De los ábacos presentados en el grafico N° 34, se calcularon los valores deducidos (ordenadas) en función de las densidades (abscisa), el tipo de daño y severidad (curva), los cuales serán usados de forma descendente en las columnas del ítem valores deducidos para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 36.

Cálculo del PCI de la UM – 4

CUADRO 36: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 4

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	72	61	39	17	12	8	4	1	214	6	----
2	72	61	39	17	12	5	4	1	211	5	----
3	72	61	39	17	5	5	4	1	204	4	----
4	72	61	39	5	5	5	4	1	192	3	100
5	72	61	5	5	5	5	4	1	158	2	92
6	72	5	5	5	5	5	4	1	102	1	100

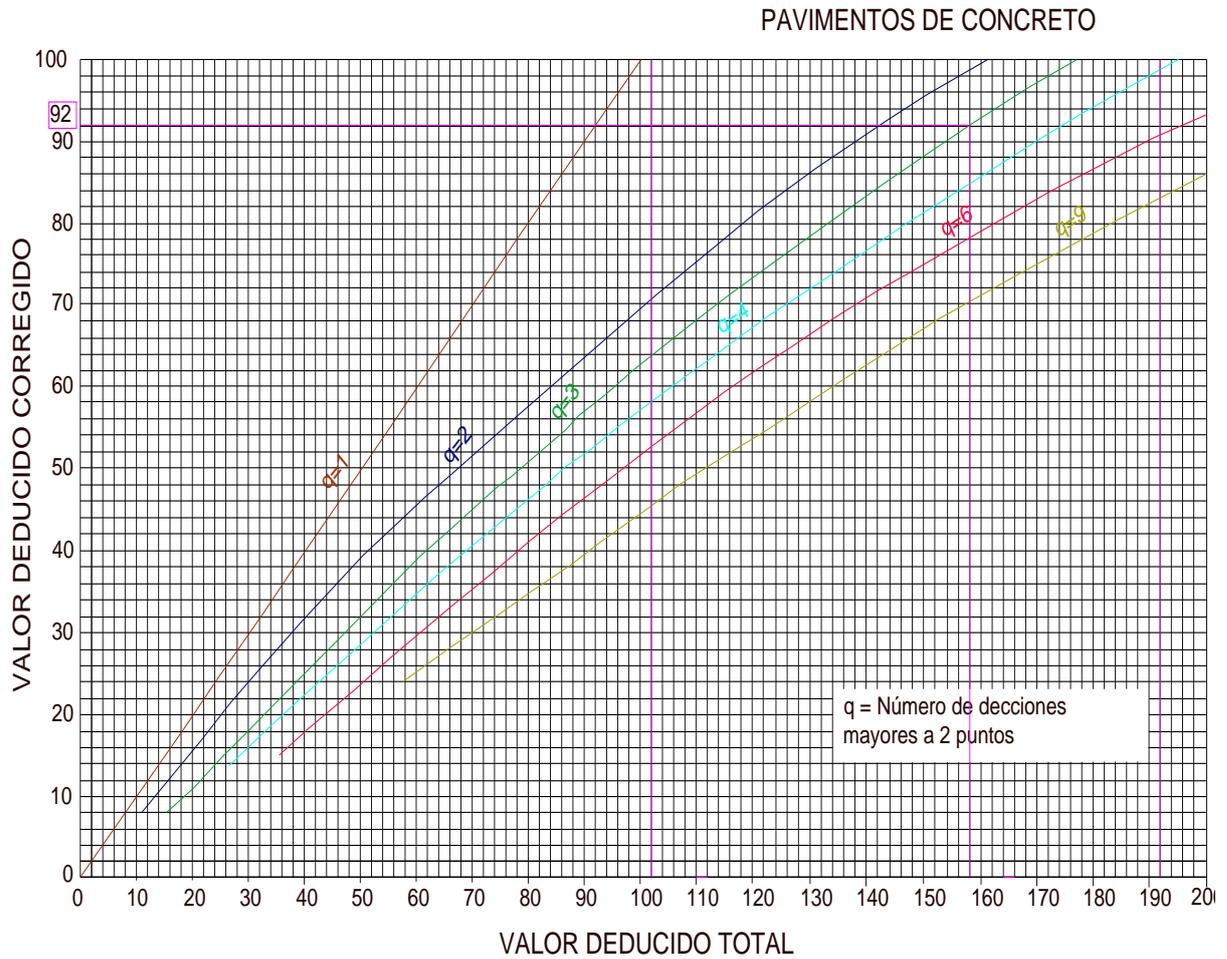
Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 36, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al número de veces que se repite para reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que q=1.

Del cuadro N° 36 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.



GRÁFICO 35: Abaco de corrección de CDV, UM – 4



Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 36 y del grafico N° 35, se obtiene los siguientes resultados, para UM-04:

q = 6

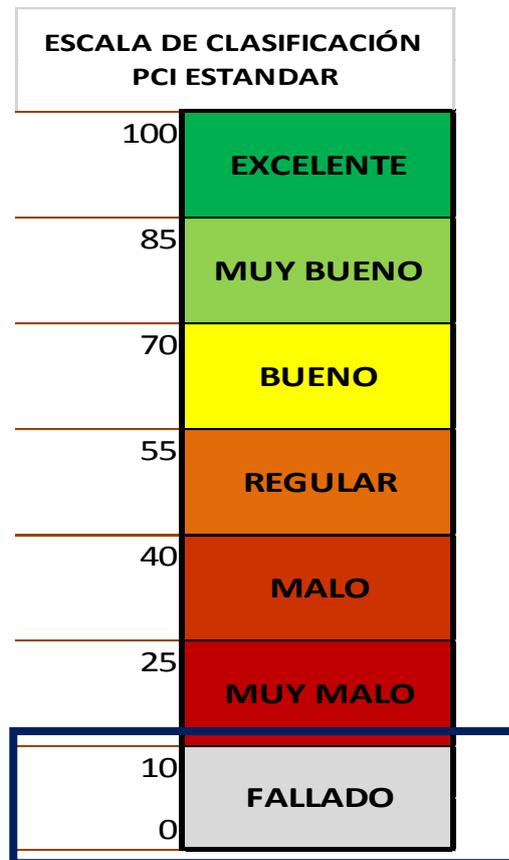
Max CDV = 100

PCI = 100- MAX CDV

PCI = 0



GRÁFICO 36: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-4



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 36 y del Valor PCI=0, su clasificación para la Unidad de Muestra 04 será

FALLADO.



4.3.5 Unidad de muestra UM - 05

La unidad de muestra UM - 05 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 05 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 37.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 37: Esquema de la Cuadra N° 05 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 05

JR. AGUILAR	JR. 28 DE JULIO										JR. AYACUCHO		
	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97		99	101
	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98		100	102
JR. AGUILAR	CUADRA 05										JR. AYACUCHO		

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 37:** Hoja de inspección de la UM – 5

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO																																																						
Huánuco		0 + 492		N° 05																																																						
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS																																																						
Vecinal - Urbana		0 + 615		20																																																						
INSPECCIONADA POR			FECHA																																																							
Medina Mamani, K.			27/09/2016																																																							
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño																																																					
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.																																																					
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea																																																					
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento																																																					
24	Grieta de durabilidad	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción																																																					
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina																																																					
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta																																																					
		33	Bombeo	Esquema																																																						
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)			Valor deducido																																																				
25	B	20	100.00%	30	<table border="1"> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">1</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">2</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">3</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">4</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">5</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">6</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">7</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">8</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">9</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td><td rowspan="2">10</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td></tr> <tr><td colspan="2">A</td><td>B</td></tr> </table>	25B	25B	1	28B	28B	25B	25B	2	28B	28B	25B	25B	3	28B	28B	25B	25B	4	28B	28B	25B	25B	5	28B	28B	25B	25B	6	28B	28B	25B	25B	7	28B	28B	25B	25B	8	28B	28B	25B	25B	9	28B	28B	25B	25B	10	28B	28B	A		B
25B	25B	1																																																								
28B	28B																																																									
25B	25B	2																																																								
28B	28B																																																									
25B	25B	3																																																								
28B	28B																																																									
25B	25B	4																																																								
28B	28B																																																									
25B	25B	5																																																								
28B	28B																																																									
25B	25B	6																																																								
28B	28B																																																									
25B	25B	7																																																								
28B	28B																																																									
25B	25B	8																																																								
28B	28B																																																									
25B	25B	9																																																								
28B	28B																																																									
25B	25B	10																																																								
28B	28B																																																									
A		B																																																								
q = 2		PCI = 60		CLASIFICACION = Bueno																																																						

Fuente: Elaboración propia



El cuadro N° 37, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 38 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 38: Cálculo del PCI, UM - 5

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
25	B	20	100.00%
28	B	20	100.00%

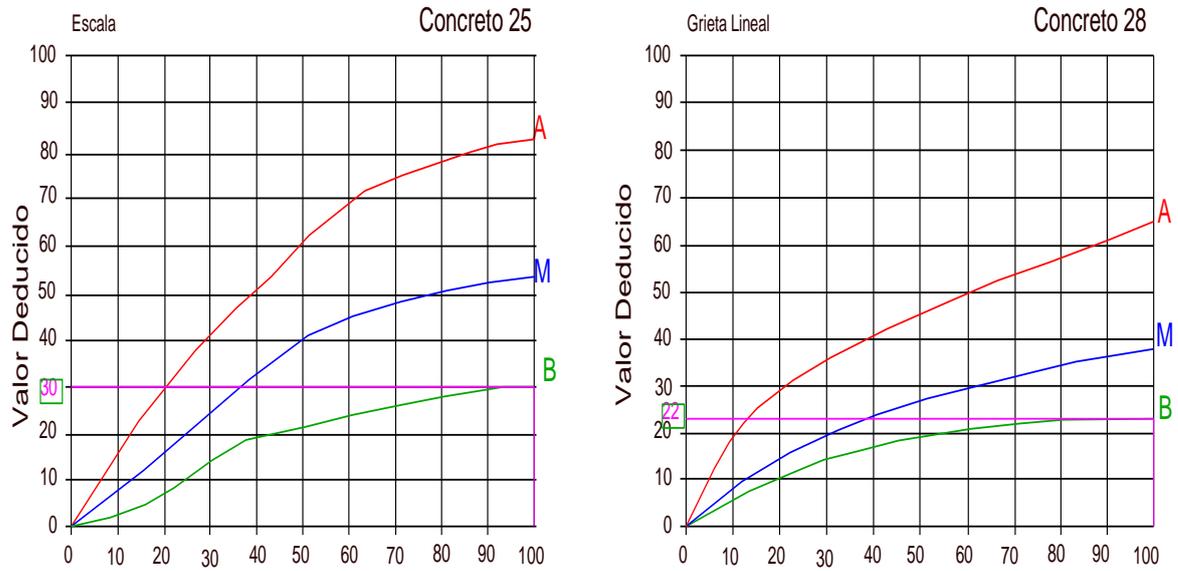
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para la falla o daño N° 25 y 28, con una severidad Alta (A o H), estos valores se identificarán en el gráfico N°38

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 35:



GRÁFICO 38: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia

De los ábacos presentados en el grafico N° 37, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 39.

Cálculo del PCI de la UM – 5

CUADRO 39: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 5

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	30	22							52	2	40
2	30	5							35	1	35

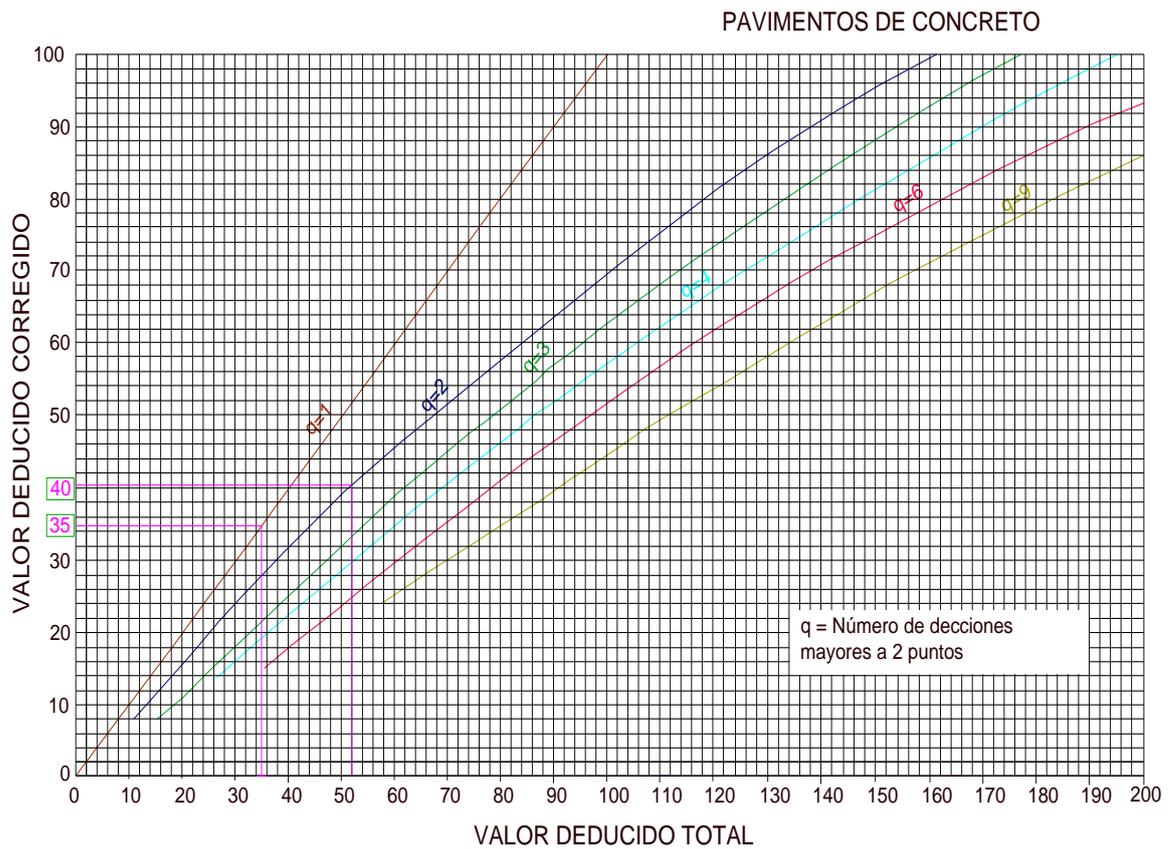
Fuente: Elaboración propia.



Del cuadro N° 39, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$ y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 39 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.

GRÁFICO 39: Abaco de corrección de CDV, UM – 5



Fuente: Elaboración propia.



Del cuadro N° 39 y del grafico N° 39, se obtiene los siguientes resultados, para UM-05:

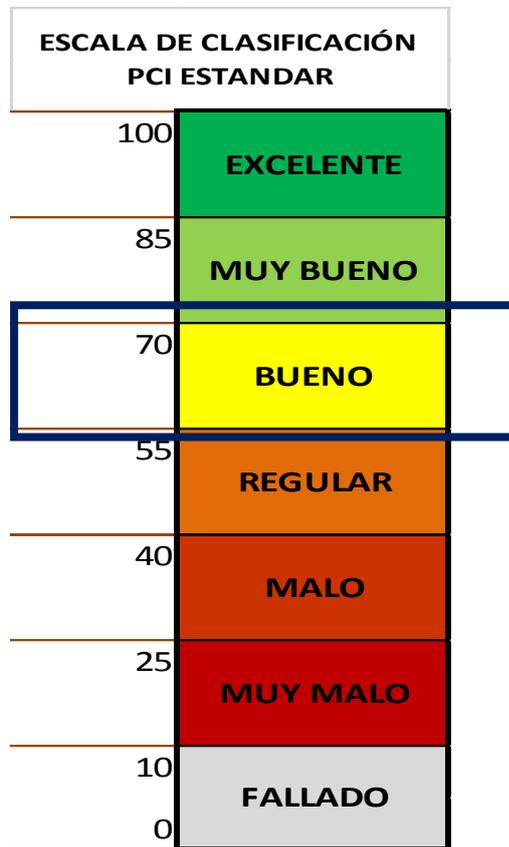
$$q = 2$$

$$\text{Max CDV} = 40$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$\text{PCI} = 60$$

GRÁFICO 40: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-5



Fuente: Elaboración Propia

Del grafico N° 40 y del Valor PCI=60, su clasificación para la Unidad de Muestra 05 corresponde a **BUENO**



4.3.6 Unidad de muestra UM - 06

La unidad de muestra UM - 06 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 06 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 41.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 41: Esquema de la Cuadra N° 06 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 06

JR. AYACUCHO	JR. 28 DE JULIO										JR. HUÁNUCO		
	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117		119	121
	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118		120	122
JR. AYACUCHO	CUADRA 06										JR. HUÁNUCO		

Fuente: Elaboración Propia



CUADRO 40: Hoja de inspección de la UM – 6

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO																																																						
Huánuco		0 + 615		N° 06																																																						
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS																																																						
Vecinal - Urbana		0 + 738		20																																																						
INSPECCIONADA POR			FECHA																																																							
Medina Mamani, K.			27/09/2016																																																							
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño																																																					
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.																																																					
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea																																																					
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento																																																					
24	Grieta de durabilidad	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción																																																					
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina																																																					
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta																																																					
		33	Bombeo	Esquema																																																						
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)			Valor deducido																																																				
25	B	20	100.00%	30	<table border="1"> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">1</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">2</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">3</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">4</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">5</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">6</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">7</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">8</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">9</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>28B</td><td>28B</td><td rowspan="2">10</td></tr> <tr><td>25B</td><td>25B</td></tr> <tr><td>A</td><td>B</td><td></td></tr> </table>	28B	28B	1	25B	25B	28B	28B	2	25B	25B	28B	28B	3	25B	25B	28B	28B	4	25B	25B	28B	28B	5	25B	25B	28B	28B	6	25B	25B	28B	28B	7	25B	25B	28B	28B	8	25B	25B	28B	28B	9	25B	25B	28B	28B	10	25B	25B	A	B	
28B	28B	1																																																								
25B	25B																																																									
28B	28B	2																																																								
25B	25B																																																									
28B	28B	3																																																								
25B	25B																																																									
28B	28B	4																																																								
25B	25B																																																									
28B	28B	5																																																								
25B	25B																																																									
28B	28B	6																																																								
25B	25B																																																									
28B	28B	7																																																								
25B	25B																																																									
28B	28B	8																																																								
25B	25B																																																									
28B	28B	9																																																								
25B	25B																																																									
28B	28B	10																																																								
25B	25B																																																									
A	B																																																									
28	B	20	100.00%	22																																																						
q =2			PCI = 60		CLASIFICACION = Bueno																																																					

Fuente: Elaboración propia



El cuadro N° 40, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 41 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 41: Cálculo del PCI, UM - 6

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
25	B	20	100.00%
28	B	20	100.00%

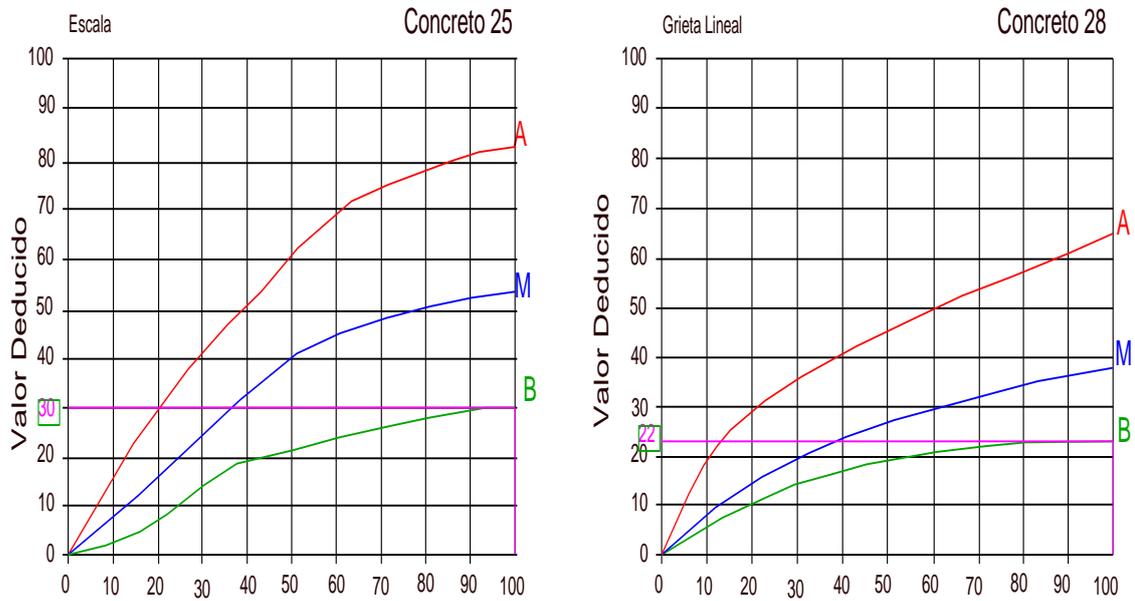
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para las fallas o daños N° 25 y 28, con una severidad Baja (B o L), estos valores se identificarán en el gráfico N°42

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 41:



GRÁFICO 42: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia

De los ábacos presentados en el grafico N° 42, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 42.

Cálculo del PCI de la UM – 6

CUADRO 42: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 6

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	30	22							52	2	40
2	30	5							35	1	35

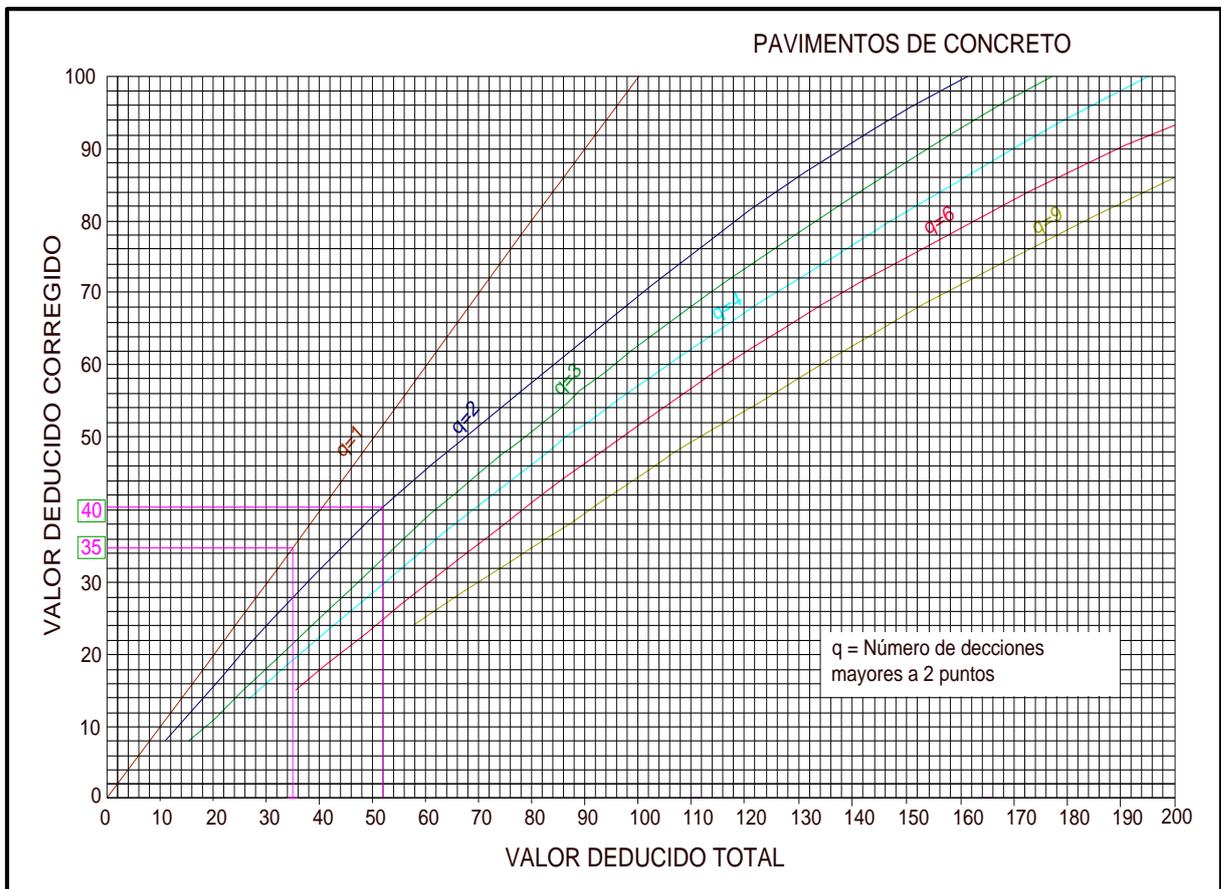
Fuente: Elaboración propia.



Del cuadro N° 42, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que q=1 y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 42 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.

GRÁFICO 43: Ábaco de corrección de CDV, UM – 6



Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 42 y del gráfico N° 43, se obtiene los siguientes resultados, para UM-06:

q = 2

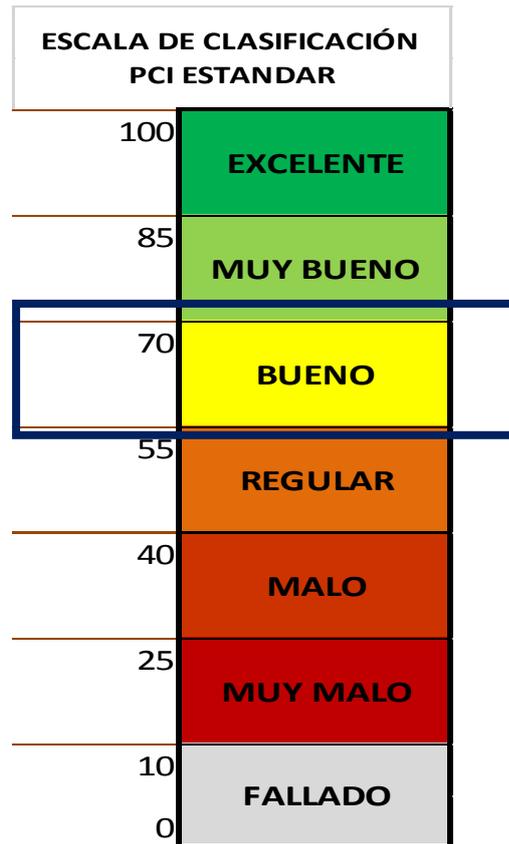


$$\text{Max CDV} = 40$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$\text{PCI} = 60$$

GRÁFICO 44: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-6



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 44 y del Valor PCI=60, su clasificación para la Unidad de Muestra 06 corresponde a **BUENO**



4.3.7 Unidad de muestra UM - 07

La unidad de muestra UM - 07 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 07 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 45.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 45: Esquema de la Cuadra N° 07 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 07

JR. HUÁNUCO	JR. 28 DE JULIO										JR. GENERAL PRADO		
	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137		139	141
	120	122	124	126	128	130	132	134	136	138		140	142
JR. HUÁNUCO	CUADRA 07										JR. GENERAL PRADO		

Fuente: Elaboración propia.



El cuadro N° 43, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 44 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 44: Cálculo del PCI, UM - 7

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
25	B	20	100.00%
28	B	20	100.00%

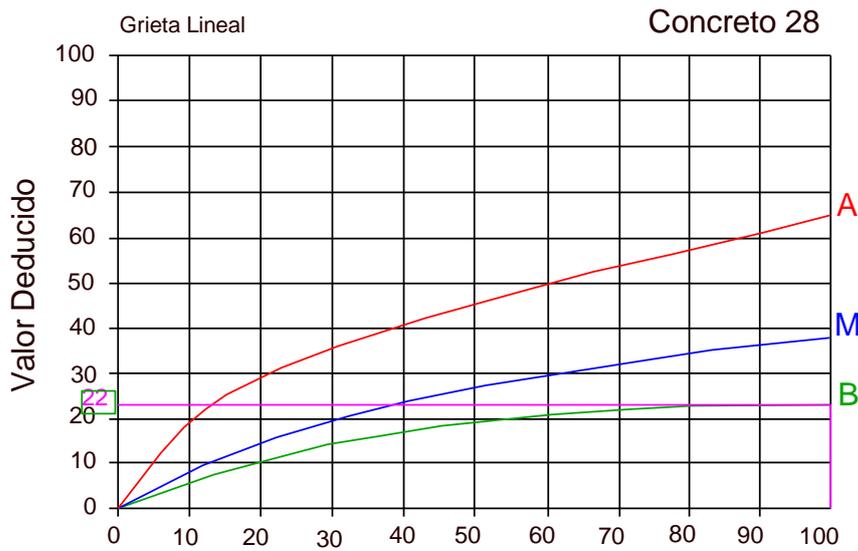
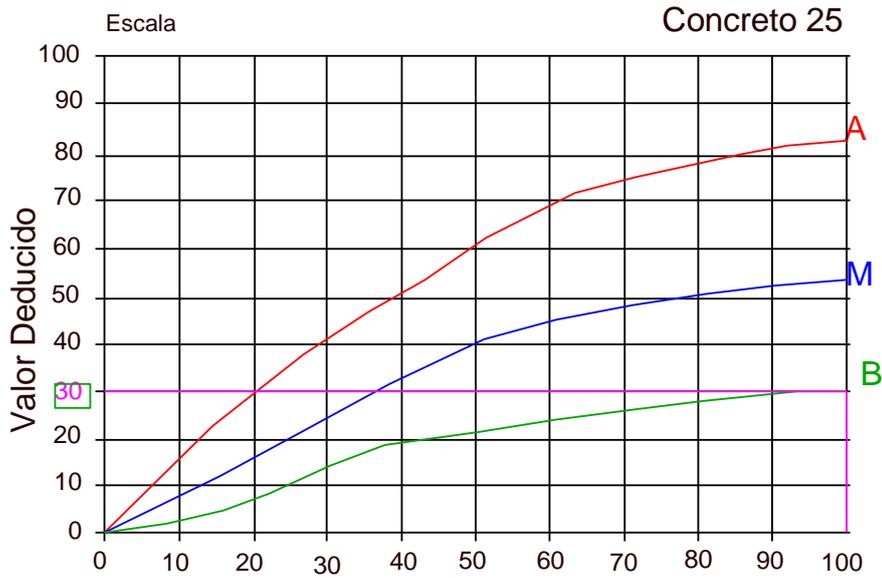
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para las fallas o daños N° 25 y 28, con una severidad Baja (B o L), estos valores se identificarán en el gráfico N°46

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 44:



GRÁFICO 46: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia

De los ábacos presentados en el gráfico N° 46, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 45.

Cálculo del PCI de la UM – 7

**CUADRO 45:** Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 7

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	30	22						52	2	40	
2	30	5						35	1	35	

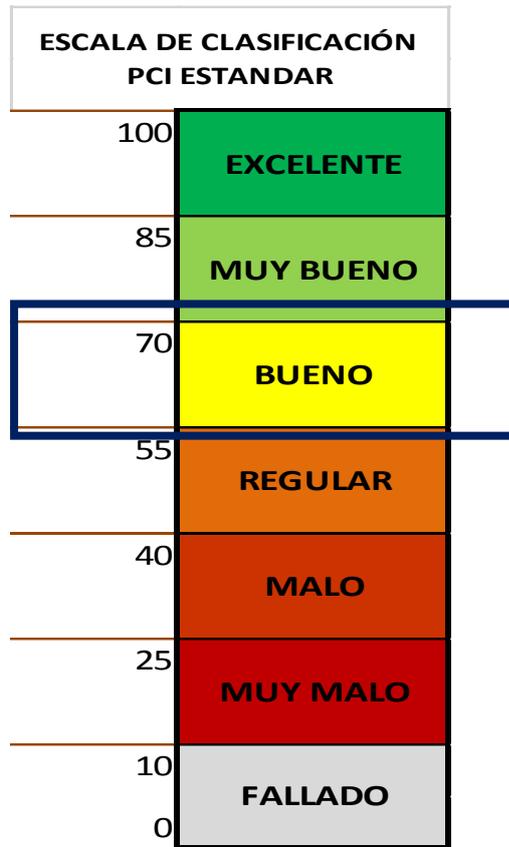
Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 45, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$ y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 45 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.



GRÁFICO 48: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-7



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 48 y del Valor PCI=60, su clasificación para la Unidad de Muestra 07
corresponde a **BUENO**



4.3.8 Unidad de muestra UM - 08

La unidad de muestra U - 08 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 8 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 21.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 49: Esquema de la Cuadra N° 08 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 08

JR. GENERAL PRADO		JR. 28 DE JULIO										JR. DAMASO BERAIN			
		139	141	143	145	147	149	151	153	155	157			159	161
JR. GENERAL PRADO		140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	JR. DAMASO BERAIN	
		CUADRA 08													

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 46:** Hoja de inspección de la UM – 8

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		
Huánuco		0 + 861		N° 08		
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS		
Vecinal - Urbana		0 + 984		20		
INSPECCIONADA POR			FECHA			
Medina Mamani, K.			27/09/2016			
No.	Daño		No.	Daño		
21	Blow up / Buckling.		27	Desnivel Carril / Berma.		
22	Grieta de esquina.		28	Grieta lineal.		
23	Losas divididas.		29	Parcheo (grande).		
24	Grieta de durabilidad		30	Parcheo (pequeño)		
25	Escala.		31	Pulimento de agregados		
26	Sello de junta.		32	Popouts		
			33	Bombeo		
Esquema						
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido		
23	A	6	30.00%	62	23A 28A 25A	24A 28A 25A 1
28	A	6	30.00%	36	23A 28A 25A	24A 28A 25A 2
25	A	6	30.00%	41	23A 28A 25A	24A 28A 25A 3
23	M	14	70.00%	66	23M 28M 25M	23M 28M 25M 4
28	M	14	70.00%	32	23M 28M 25M	23M 28M 25M 5
25	M	14	70.00%	48	23M 28M 25M	23M 28M 25M 6
					23M 28M 25M	23M 28M 25M 7
					23M 28M 25M	23M 28M 25M 8
					23M 28M 25M	23M 28M 25M 9
					23M 28M 25M	23M 28M 25M 10
					A	B
q =6		PCI = 13		CLASIFICACION = Muy Malo		

Fuente: Elaboración propia.



El cuadro N° 46, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 47 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 47: Cálculo del PCI, UM - 8

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
23	A	6	30.00%
28	A	6	30.00%
25	A	6	30.00%
23	M	14	70.00%
28	M	14	70.00%
25	M	14	70.00%

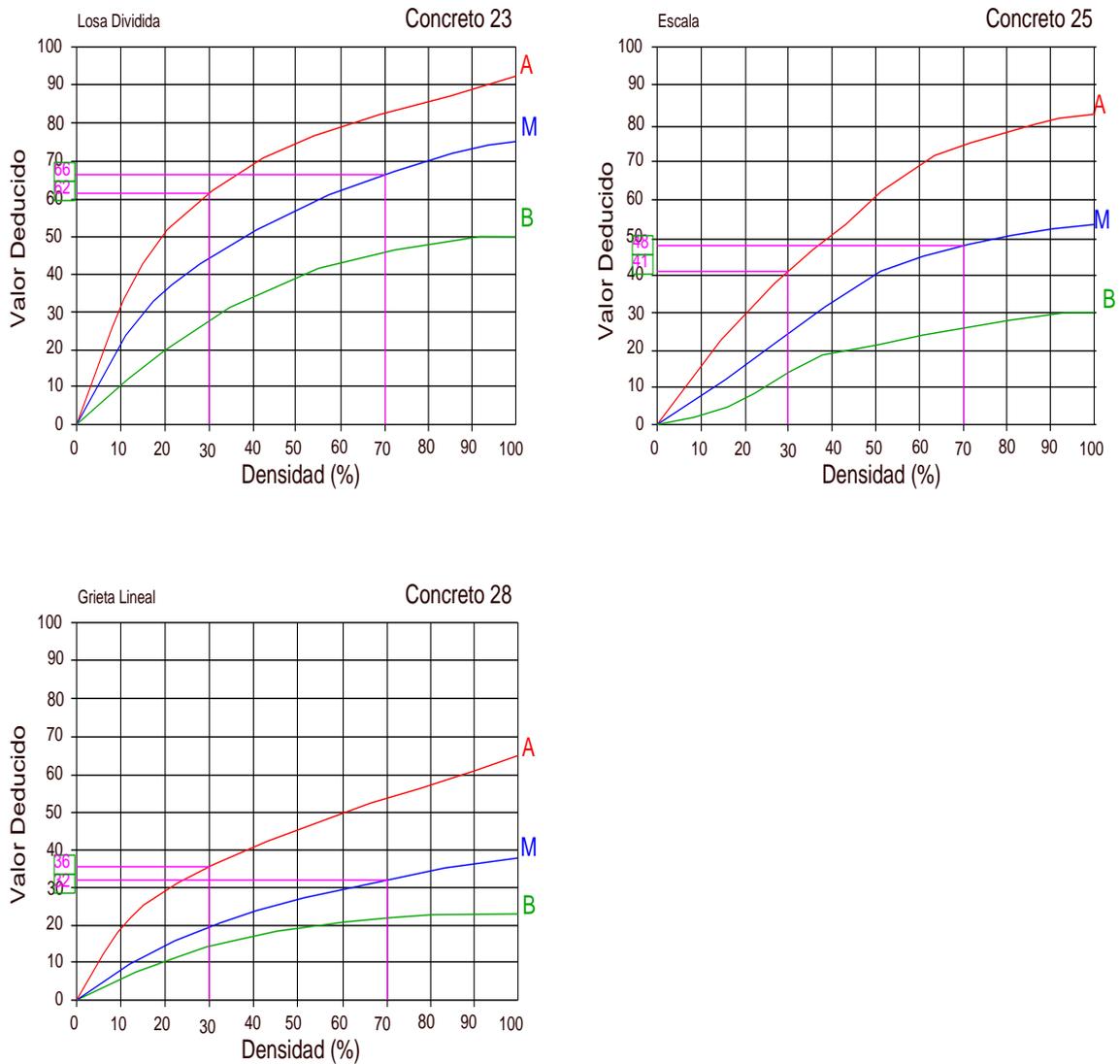
Fuente: Elaboración propia

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 70, para las fallas o daños N° 23, 25 y 28, con una severidad Media (M), estos valores se identificarán en el gráfico N°50

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 47:



GRÁFICO 50: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia

De los ábacos presentados en el grafico N° 50, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 48.

**Cálculo del PCI de la UM – 8****CUADRO 48:** Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 8

N/O	VALORES DEDUCIDOS							Total	q	CDV
1	66	60	48	41	36	32		283	6	--
2	66	60	48	40	36	5		255	5	--
3	66	60	48	40	5			219	4	--
4	66	60	48	5				179	3	--
5	66	60	5					131	2	87
6	66	5						71	1	71

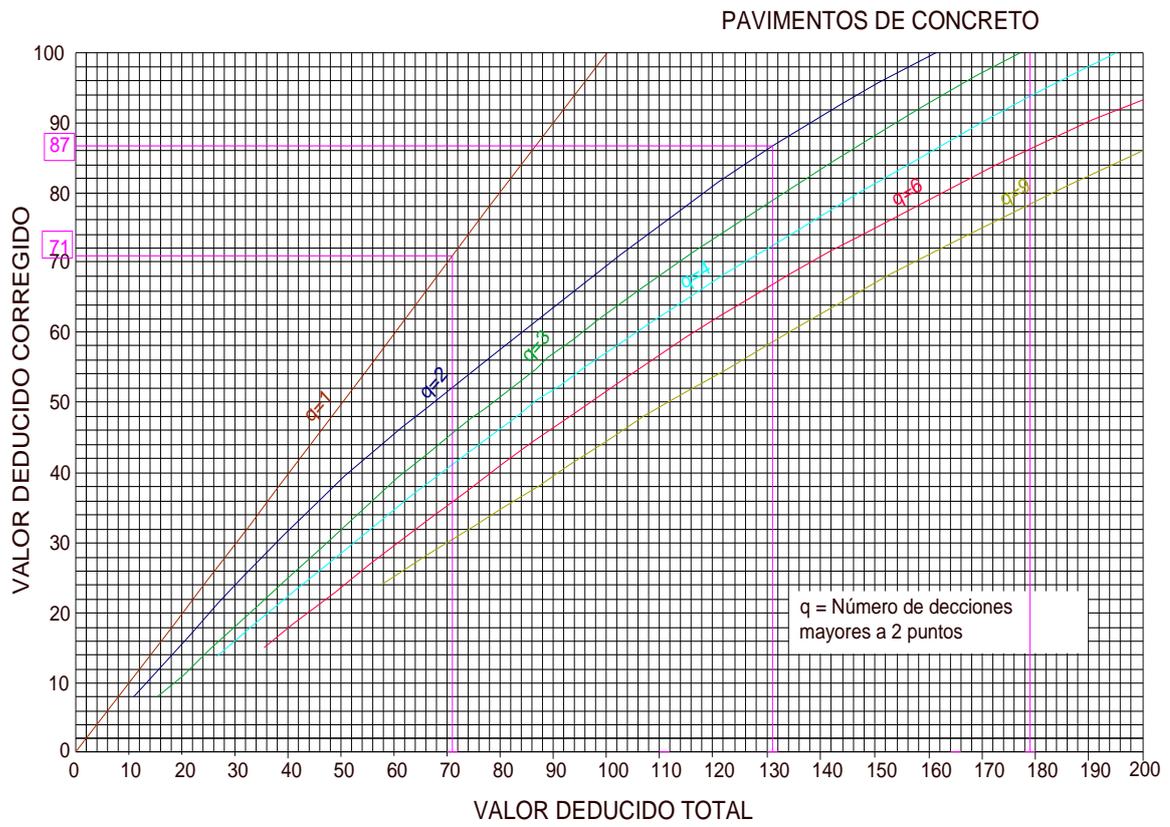
Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 48, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$ y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 48 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.



GRÁFICO 51: Ábaco de corrección de CDV, UM – 8



Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 48 y del gráfico N° 51, se obtiene los siguientes resultados, para UM-08:

$$q = 6$$

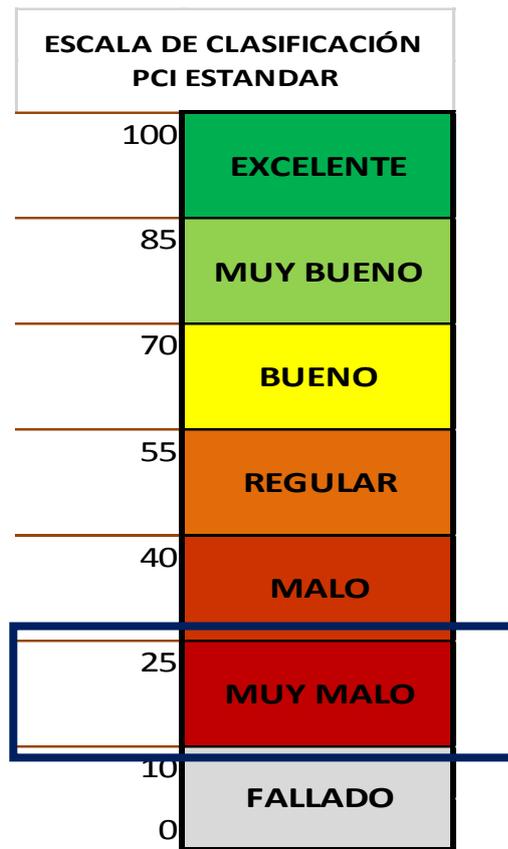
$$\text{Max CDV} = 87$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$\text{PCI} = 13$$



GRAFICO 52: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-8



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 52 y del Valor PCI=13, su clasificación para la Unidad de Muestra 08
corresponde a MUY MALO



4.3.9 Unidad de muestra UM - 09

La unidad de muestra U - 09 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 09 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 53.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 53: Esquema de la Cuadra N° 09 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 09

JR. DAMASO BERAUN		JR. 28 DE JULIO										JR. CRESPO CASTILLO			
		159	161	163	165	167	169	171	173	175	177			179	181
JR. DAMASO BERAUN		160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	180	182	JR. CRESPO CASTILLO	
		CUADRA 09													

Fuente: Elaboración propia



El cuadro N° 49, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 50 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 50: Cálculo del PCI, UM - 8

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
25	B	20	100.00%
28	B	20	100.00%

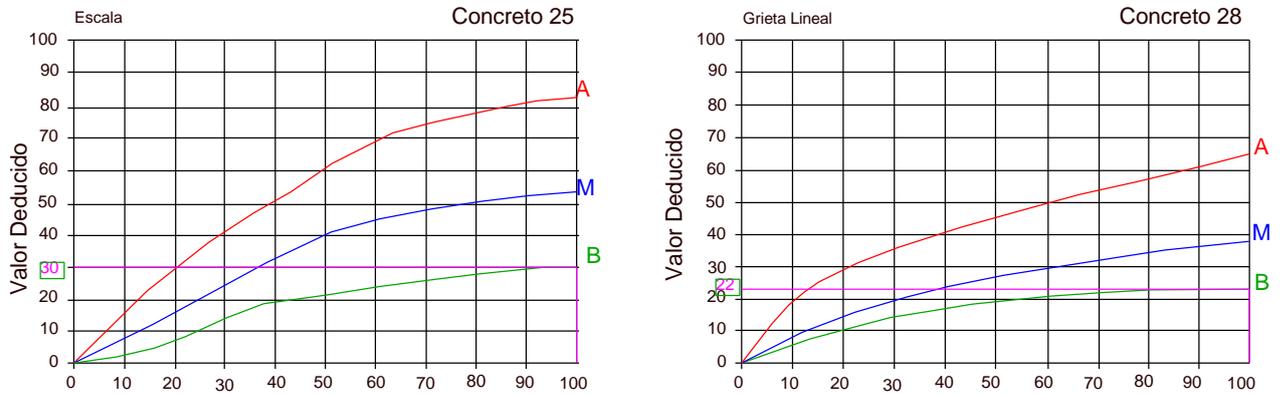
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para las fallas o daños N° 25 y 28, con una severidad Baja (B), estos valores se identificarán en el gráfico N°54

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 50:



GRÁFICO 54: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia

De los ábacos presentados en el grafico N° 54, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 51.

Cálculo del PCI de la UM – 9

CUADRO 51: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 9

N/O	VALORES DEDUCIDOS							Total	q	CDV
1	30	22						52	2	40
2	30	5						35	1	35

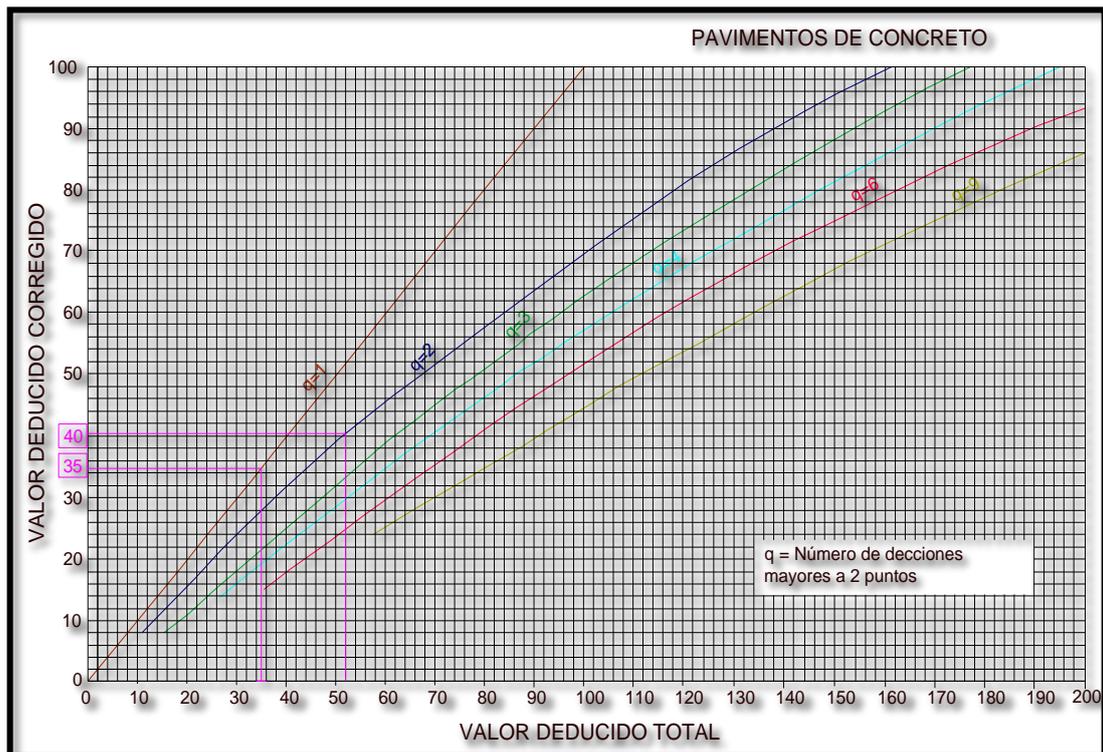


Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 51, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$ y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 51 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.

GRÁFICO 55: Ábaco de corrección de CDV, UM – 9



Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 51 y del gráfico N° 55, se obtiene los siguientes resultados, para UM-9:

$q = 2$

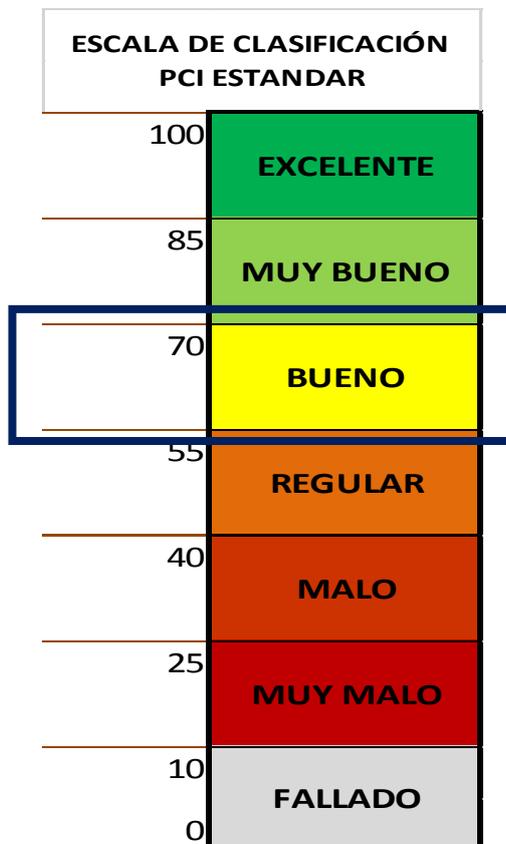


$$\text{Max CDV} = 40$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$\text{PCI} = 60$$

GRÁFICO 56: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-9



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 56 y del Valor PCI=60, su clasificación para la Unidad de Muestra 09 corresponde a BUENO



4.3.10 Unidad de muestra UM - 10

La unidad de muestra U - 10 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 10 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 57.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 57: Esquema de la Cuadra N° 10 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 10

JR. CRESPO CASTILLO	JR. 28 DE JULIO										JR. CONSTITUCIÓN		
	179	181	183	185	187	189	191	193	195	197		199	201
	180	182	184	186	188	190	192	194	196	198		200	202
JR. CRESPO CASTILLO	CUADRA 10										JR. CONSTITUCIÓN		

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 52:** Hoja de inspección de la UM – 10

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO																																																																
Huánuco		1 + 107		N° 10																																																																
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS																																																																
Vecinal - Urbana		1 + 230		20																																																																
INSPECCIONADA POR			FECHA																																																																	
Medina Mamani, K.			27/09/2016																																																																	
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño																																																															
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.																																																															
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea																																																															
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento																																																															
24	Grieta de durabilidad	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción																																																															
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina																																																															
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta																																																															
		33	Bombeo	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Esquema</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="2">1</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="2">2</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="2">4</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="3">5</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>30B</td> <td>30B</td> </tr> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="3">6</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>30B</td> <td>30B</td> </tr> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="2">7</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="2">8</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="2">9</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td>25B</td> <td>25B</td> <td rowspan="2">10</td> </tr> <tr> <td>28B</td> <td>28B</td> </tr> <tr> <td colspan="2">A</td> <td colspan="2">B</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>		Esquema			25B	25B	1	28B	28B	25B	25B	2	28B	28B	25B	25B	3	28B	28B	25B	25B	4	28B	28B	25B	25B	5	28B	28B	30B	30B	25B	25B	6	28B	28B	30B	30B	25B	25B	7	28B	28B	25B	25B	8	28B	28B	25B	25B	9	28B	28B	25B	25B	10	28B	28B	A		B			
Esquema																																																																				
25B	25B	1																																																																		
28B	28B																																																																			
25B	25B	2																																																																		
28B	28B																																																																			
25B	25B	3																																																																		
28B	28B																																																																			
25B	25B	4																																																																		
28B	28B																																																																			
25B	25B	5																																																																		
28B	28B																																																																			
30B	30B																																																																			
25B	25B	6																																																																		
28B	28B																																																																			
30B	30B																																																																			
25B	25B	7																																																																		
28B	28B																																																																			
25B	25B	8																																																																		
28B	28B																																																																			
25B	25B	9																																																																		
28B	28B																																																																			
25B	25B	10																																																																		
28B	28B																																																																			
A		B																																																																		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																																																
25	B	20	100.00%	30																																																																
28	B	20	100.00%	22																																																																
q =2		PCI = 60		CLASIFICACION = Bueno																																																																

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro N° 52, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.



En el cuadro N° 53 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 53: Cálculo del PCI, UM - 10

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
25	B	20	100.00%
28	B	20	100.00%

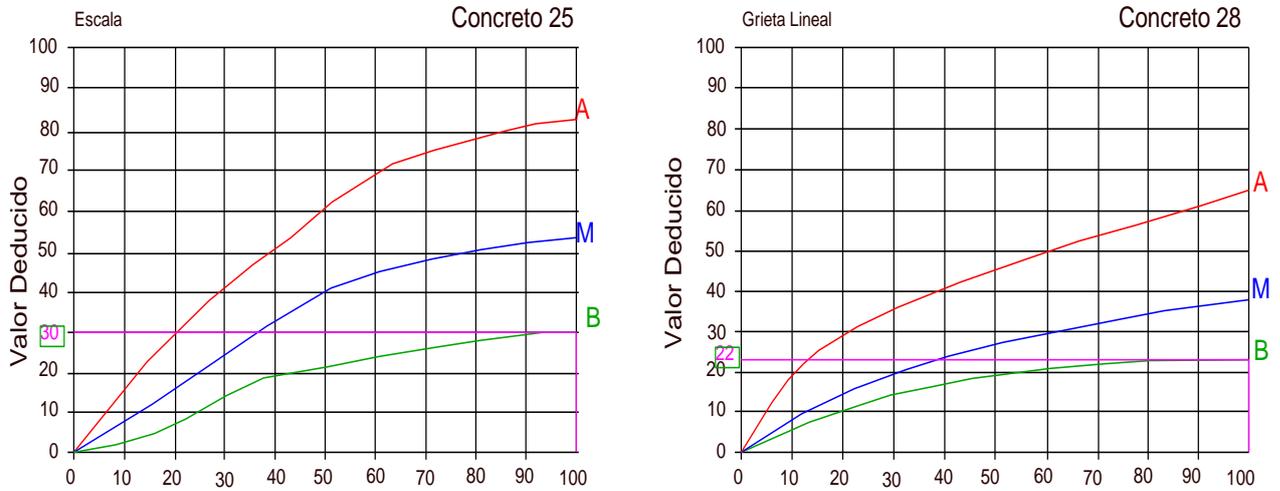
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para las fallas o daños N° 25 y 28, con una severidad Baja (B o L), estos valores se identificaran en el gráfico N°58

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 53:



GRÁFICO 58: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia

De los ábacos presentados en el grafico N° 58, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 54.

Cálculo del PCI de la UM – 10

CUADRO 54: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 10

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	30	22							52	2	40
2	30	5							35	1	35

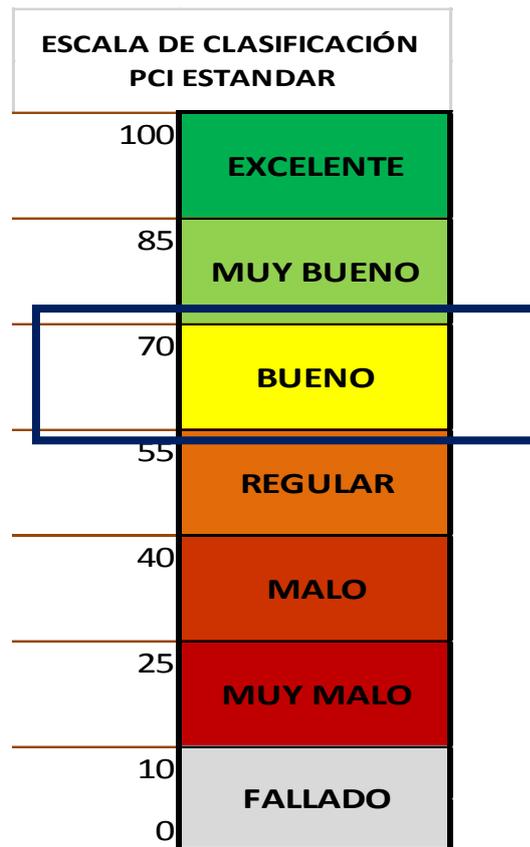
Fuente: Elaboración propia.



$$PCI = 100 - MAX CDV$$

$$PCI = 60$$

GRÁFICO 60: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-10



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 60 y del Valor PCI=60, su clasificación para la Unidad de Muestra 10
corresponde a **BUENO**



4.3.11 Unidad de muestra UM - 11

La unidad de muestra U - 11 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 11 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el gráfico 61.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 61: Esquema de la Cuadra N° 11 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 11

JR. CONSTITUCIÓN	JR. 28 DE JULIO										JR. PROGRESO	
199	201	203	205	207	209	211	213	215	217	219	221	
200	202	204	206	208	210	212	214	216	218	220	222	
JR. CONSTITUCIÓN	CUADRA 11										JR. PROGRESO	

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 55:** Hoja de inspección de la UM – 11

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
Huánuco		1 + 230		N° 11	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
Vecinal - Urbana		1 + 353		20	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
Medina Mamani, K.			27/09/2016		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parcheo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad	30	Parcheo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo	Esquema	
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)		
25	B	20	100.00%	30	25B 25B 28B 28B 30B 30B 1
28	B	20	100.00%	22	25B 25B 28B 28B 30B 30B 2
30	B	10	50.00%	3	25B 25B 28B 28B 30B 30B 3
					25B 25B 28B 28B 30B 30B 4
					25B 25B 28B 28B 30B 30B 5
					25B 25B 28B 28B 30B 30B 6
					25B 25B 28B 28B 30B 30B 7
					25B 25B 28B 28B 30B 30B 8
					25B 25B 28B 28B 30B 30B 9
					25B 25B 28B 28B 30B 30B 10
q =2		PCI = 58		CLASIFICACION = Bueno	

Fuente: Elaboración propia.



El cuadro N° 55, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 56 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 56: Cálculo del PCI, UM - 11

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
25	B	20	100.00%
28	B	20	100.00%
30	B	10	50.00%

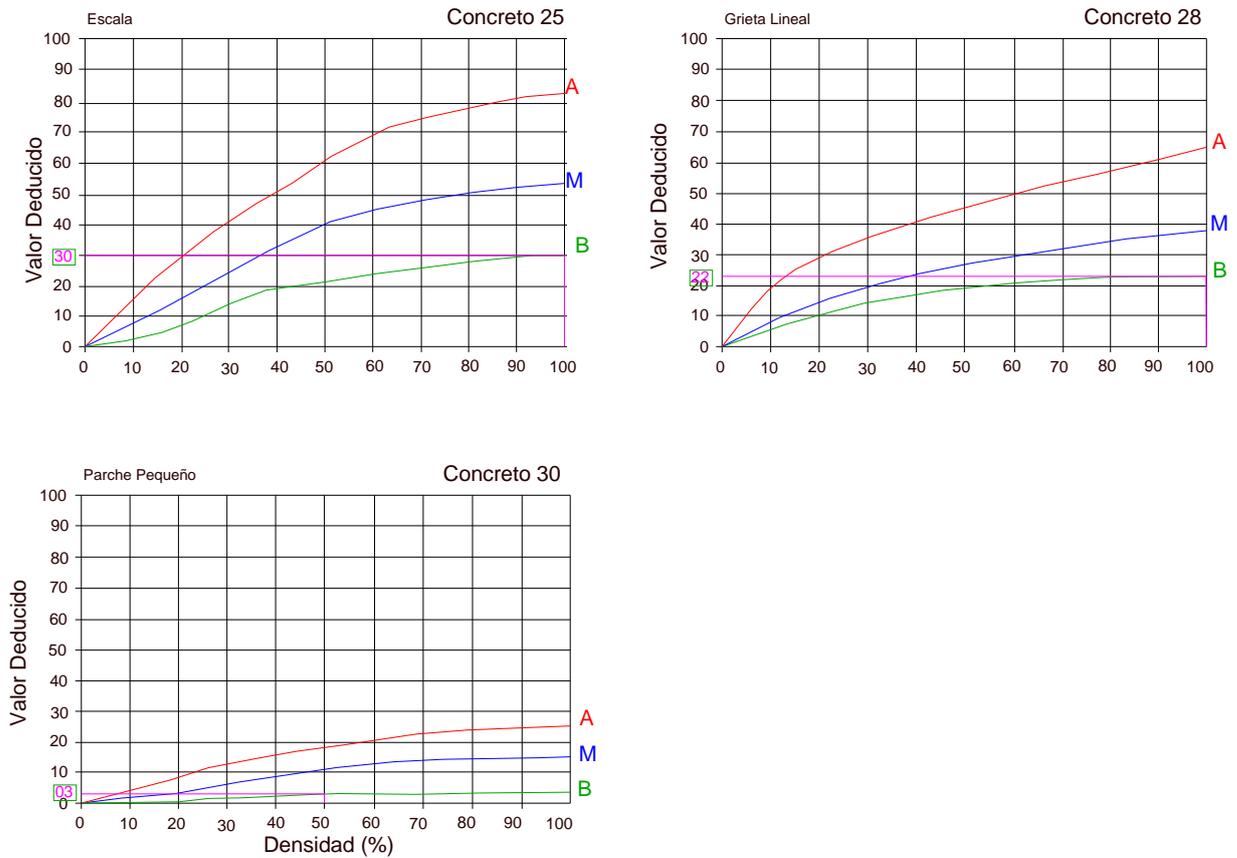
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para las fallas o daños N° 25, 28 y 30, con una severidad Baja (B o L), estos valores se identificarán en el gráfico N°62

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 56:



GRÁFICO 62: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia

De los ábacos presentados en el gráfico N° 62, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 56.

Cálculo del PCI de la UM – 11

**CUADRO 57:** Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 11

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	30	22	3						55	2	42
2	30	5	3						38	1	38

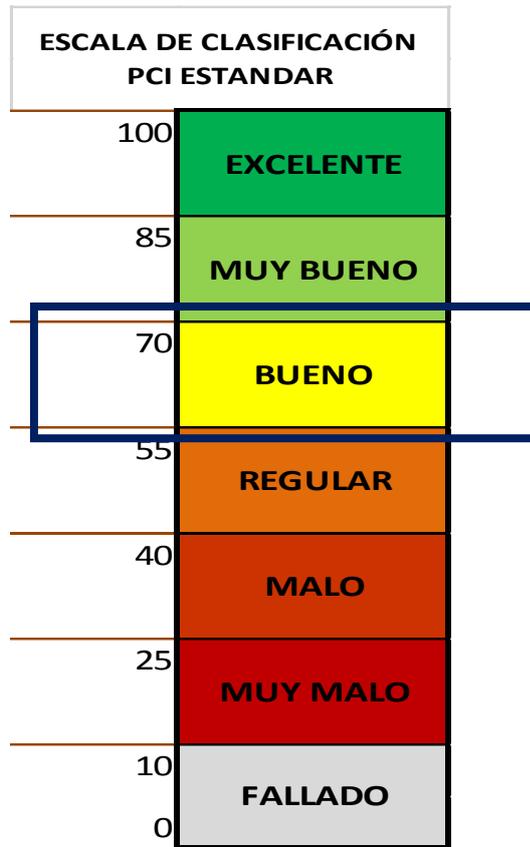
Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 57, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$ y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 57 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.



GRÁFICO 64: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-11



Fuente: Elaboración Propia

Del grafico N° 64 y del Valor PCI=58, su clasificación para la Unidad de Muestra 11
corresponde a **BUENO**



4.3.12 Unidad de muestra UM - 12

La unidad de muestra UM - 12 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 12 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el gráfico 65.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 65: Esquema de la Cuadra N° 12 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 12

JR. PROGRESO	JR. 28 DE JULIO										JR. PEDRO PUELLES		
	219	221	223	225	227	229	231	233	235	237		239	241
	220	222	224	226	228	230	232	234	236	238		240	242
JR. PROGRESO	CUADRA 12										JR. PEDRO PUELLES		

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración propia.

El cuadro N° 58, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 59 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 59: Cálculo del PCI, UM - 12

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
28	B	20	100.00%
36	B	20	100.00%
30	B	20	100.00%

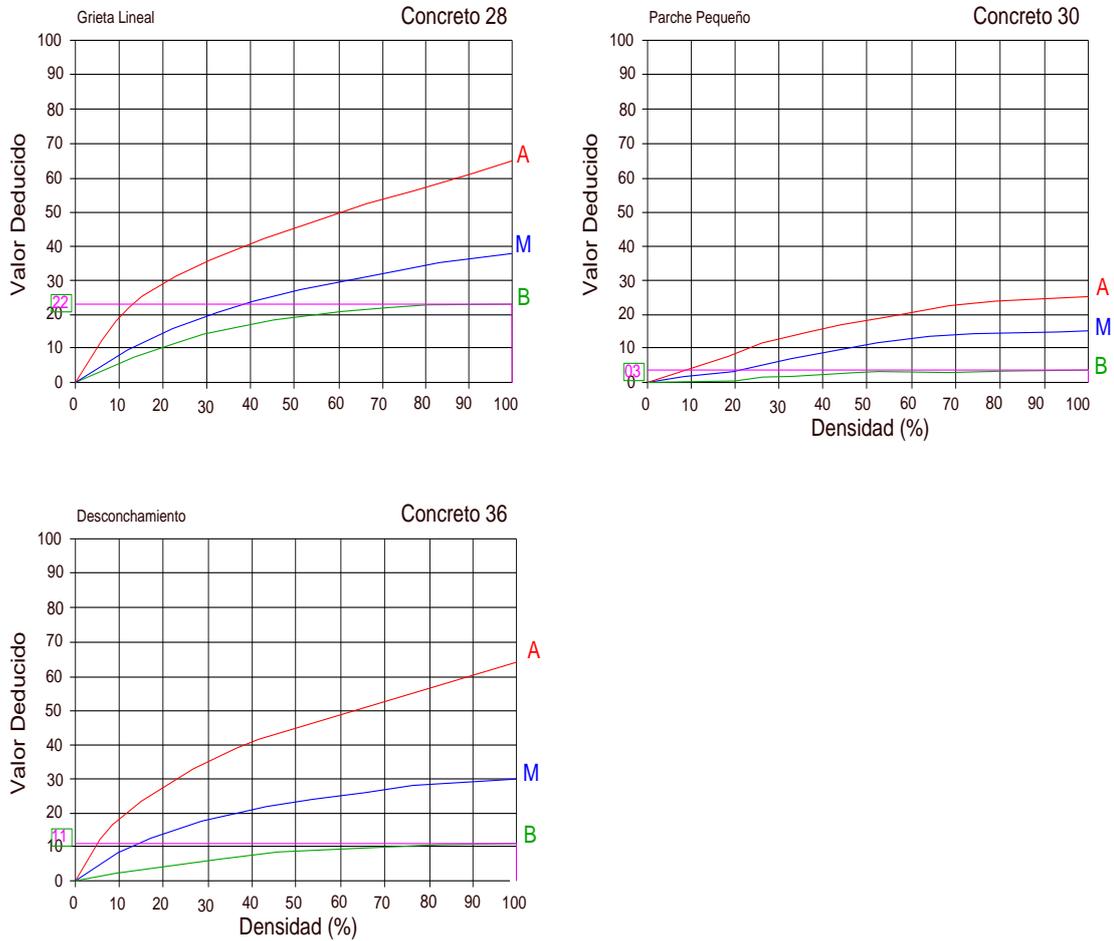
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para las fallas o daños N° 28, 30 y 36, con una severidad Baja (B o L), estos valores se identificarán en el gráfico N°66

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 59:



GRÁFICO 66: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración Propia

De los ábacos presentados en el gráfico N° 66, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 60.

**Cálculo del PCI de la UM – 12****CUADRO 60:** Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 12

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	22	11	3						36	2	29
2	22	5	3						30	1	30

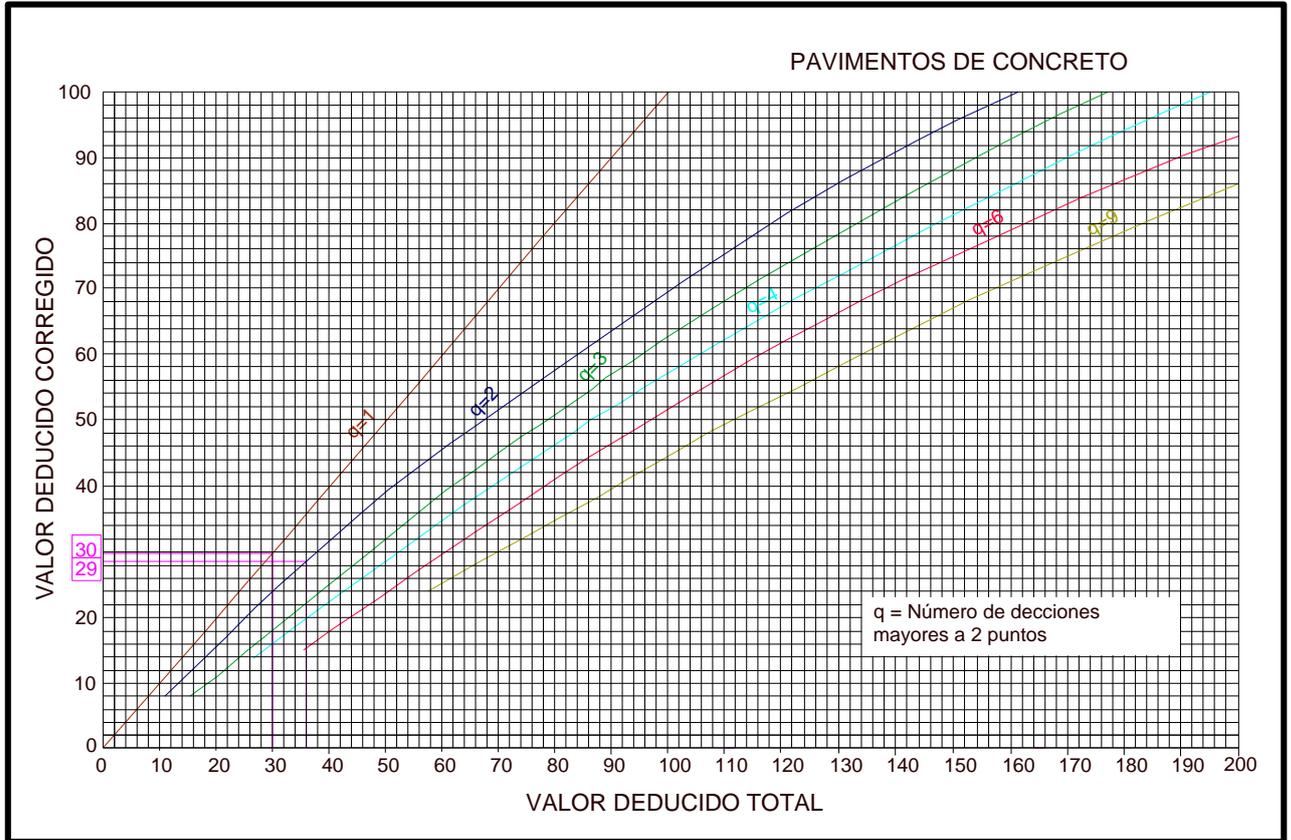
Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 60, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$ y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 60 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.



GRÁFICO 67: Ábaco de corrección de CDV, UM – 12



Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 60 y del gráfico N° 67, se obtiene los siguientes resultados, para UM-12:

$$q = 2$$

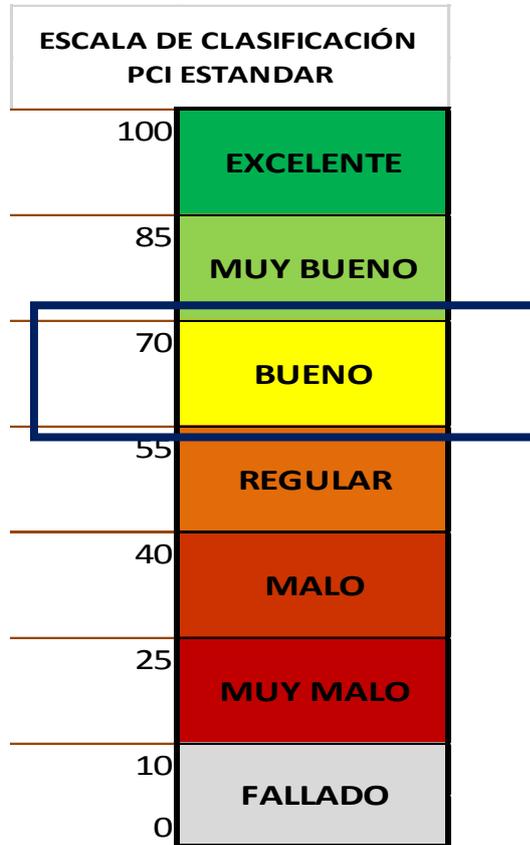
$$\text{Max CDV} = 30$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$\text{PCI} = 70$$



GRÁFICO 68 : Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-12



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 68 y del Valor PCI=70, su clasificación para la Unidad de Muestra 12 corresponde a **BUENO**



4.3.13 Unidad de muestra UM - 13

La unidad de muestra UM - 13 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 13 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 69.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 69: Esquema de la Cuadra N° 13 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 13

JR. PEDRO PUJELLES		JR. 28 DE JULIO										AV. ALAMEDA DE LA REPUBLICA	
		239	241	243	245	247	249	251	253	255	257		
JR. PEDRO PUJELLES		240	242	244	246	248	250	252	254	256	258	260	262
		CUADRA 13										AV. ALAMEDA DE LA REPUBLICA	

Fuente: Elaboración Propia



CUADRO 61: Hoja de inspección de la UM – 13

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		
Huánuco		1 + 476		N° 13		
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS		
Vecinal - Urbana		1 + 599		20		
INSPECCIONADA POR			FECHA			
Medina Mamani, K.			27/09/2016			
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño	
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.	
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea	
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento	
24	Grieta de durabilidad	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción	
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina	
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta	
		33	Bombeo	Esquema		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido		
28	B	20	100.00%	22	28B	28B
					36B	36B
						1
36	B	20	100.00%	11	28B	28B
					36B	36B
						2
					28B	28B
					36B	36B
						3
					28B	28B
					36B	36B
						4
					28B	28B
					36B	36B
						5
					28B	28B
					36B	36B
						6
					28B	28B
					36B	36B
						7
					28B	28B
					36B	36B
						8
					28B	28B
					36B	36B
						9
					28B	28B
					36B	36B
						10
					28B	28B
					36B	36B
q = 2		PCI = 73		CLASIFICACION = Muy Bueno		

Fuente: Elaboración propia



El cuadro N° 61, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 62 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 62: Cálculo del PCI, UM - 13

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
28	B	20	100.00%
36	B	20	100.00%

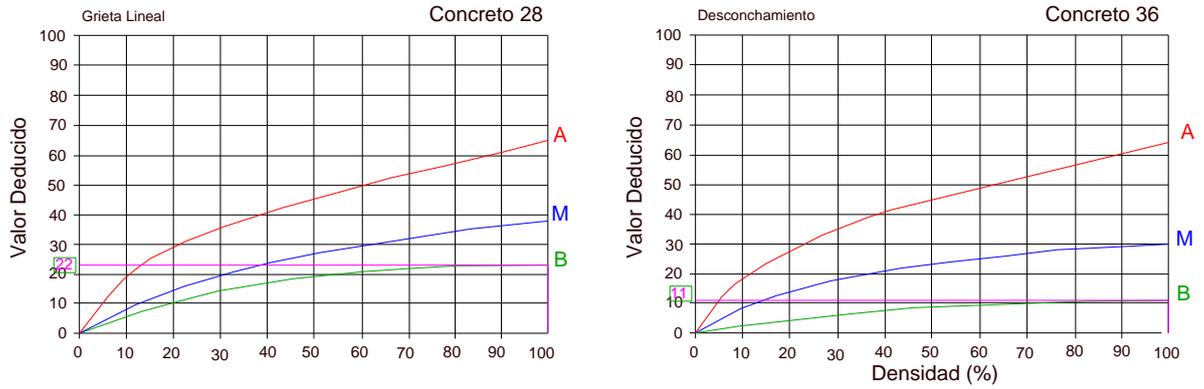
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para las fallas o daños N° 28 y 36, con una severidad Baja (B o L), estos valores se identificarán en el gráfico N°70

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 59:



GRÁFICO 70: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración Propia

De los ábacos presentados en el grafico N° 70, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 63.

Cálculo del PCI de la UM – 13

CUADRO 63: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 13

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	22	11							33	2	26
2	22	5							27	1	27

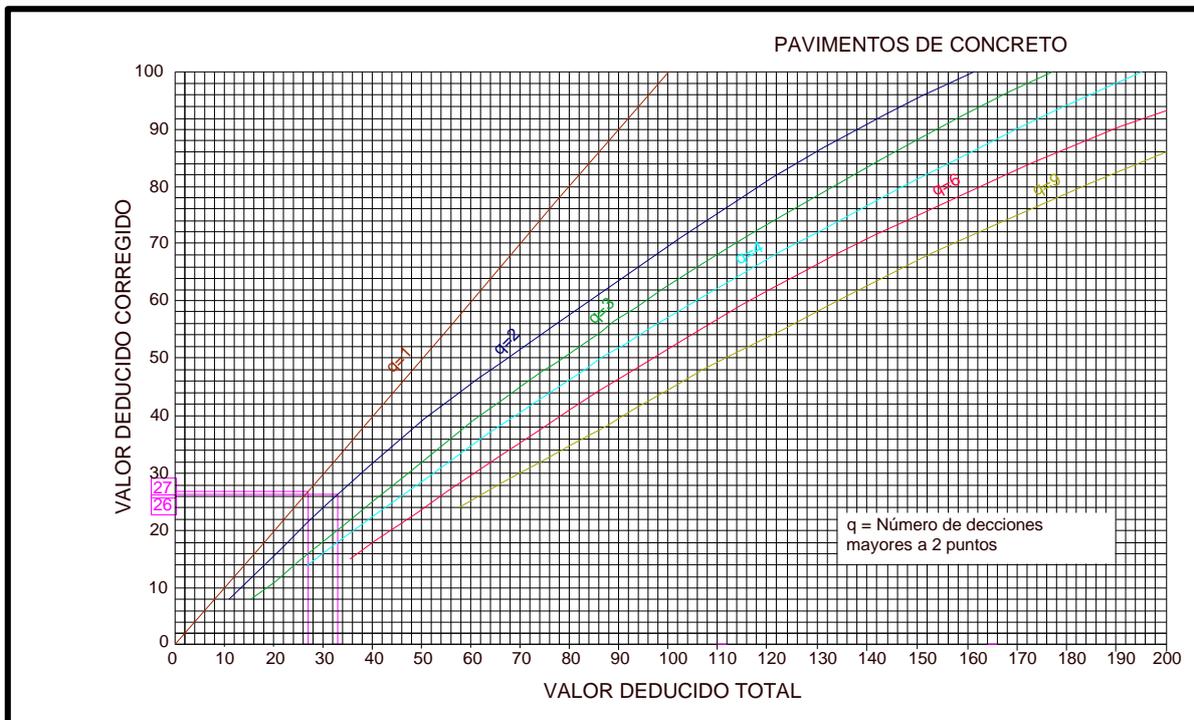
Fuente: Elaboración propia.



Del cuadro N° 63, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$ y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 63 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.

GRÁFICO 71: Ábaco de corrección de CDV, UM – 13



Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 60 y del gráfico N° 71, se obtiene los siguientes resultados, para UM-13:

$$q = 2$$

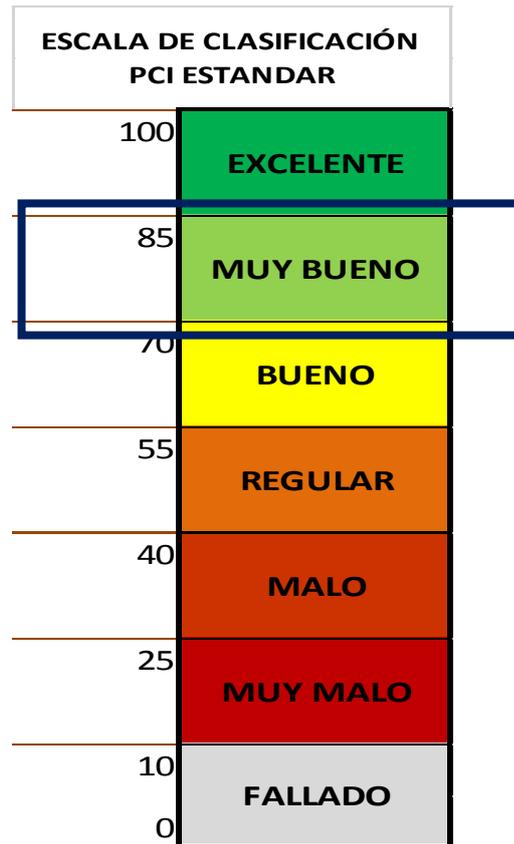
$$\text{Max CDV} = 27$$



$$PCI = 100 - MAX CDV$$

$$PCI = 73$$

GRÁFICO 72: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-13



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 72 y del Valor PCI=73, su clasificación para la Unidad de Muestra 13 corresponde a **MUY BUENO**



4.3.14 Unidad de muestra UM – 14

La unidad de muestra U - 14 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 14 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 73.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 73: Esquema de la Cuadra N° 14 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 14

AV. ALAMEDA DE LA REPUBLICA	JR. 28 DE JULIO										JR. PEDRO BARROSO		
	259	261	263	265	267	269	271	273	275	277		279	281
	260	262	264	266	268	270	272	274	276	278		280	282
AV. ALAMEDA DE LA REPUBLICA	CUADRA 14										JR. PEDRO BARROSO		

Fuente: Elaboración Propia



El cuadro N° 64, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 65 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 65: Cálculo del PCI, UM - 14

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
28	B	20	100.00%
36	B	20	100.00%
25	B	20	100.00%
36	M	20	100.00%

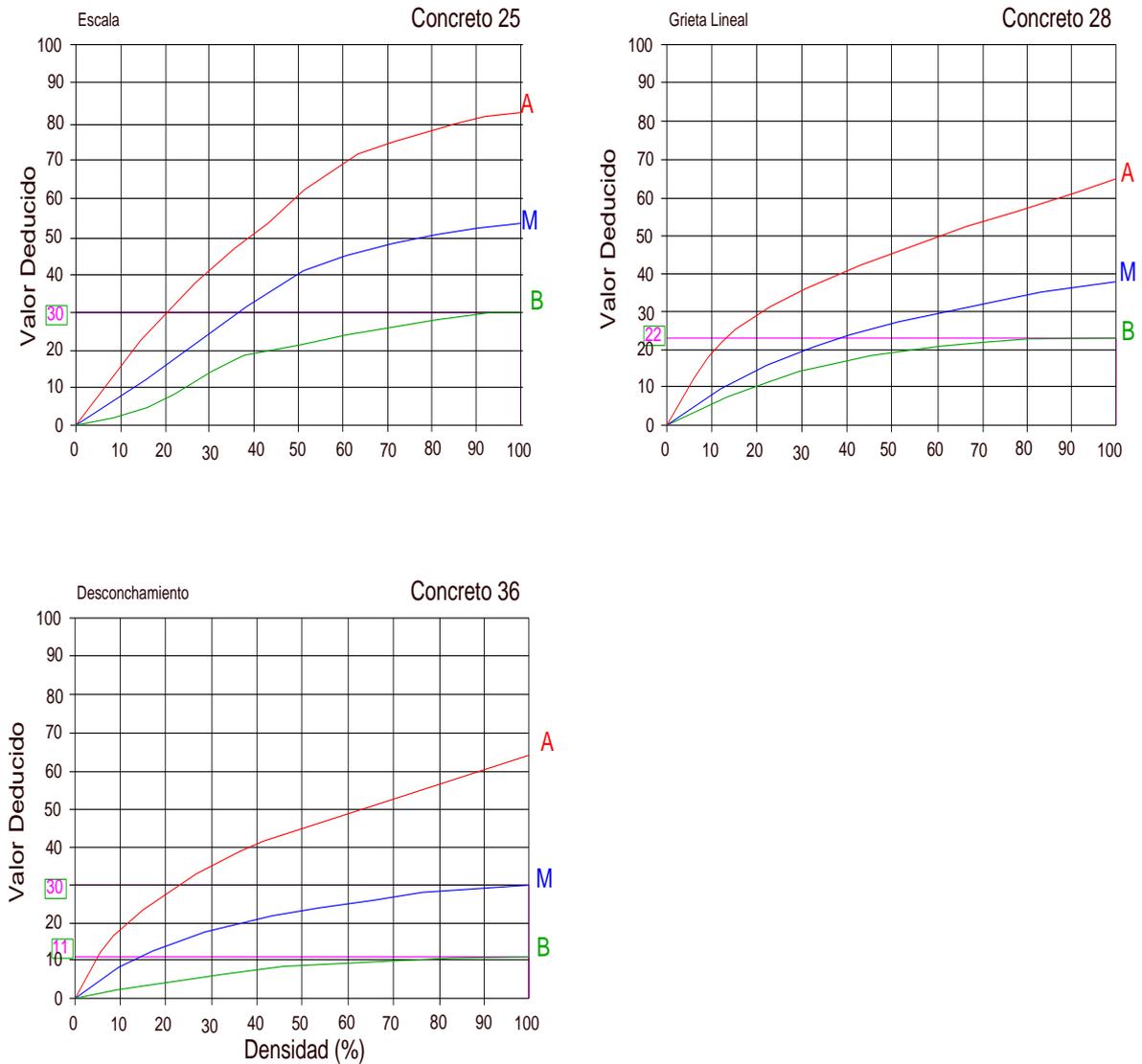
Fuente: Elaboración propia.

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para las fallas o daños N° 28, 25 y 36, con una severidad Baja y Media (B o L y M), estos valores se identificaran en el gráfico N° 74.

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 65:



GRÁFICO 74 : Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia

De los ábacos presentados en el grafico N° 74, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 66.

**Cálculo del PCI de la UM – 14****CUADRO 66 : Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 14**

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	30	30	22	11					93	4	53
2	30	30	11	5					76	3	49
3	30	30	5	5					70	2	52
4	30	5	5	5					45	1	45

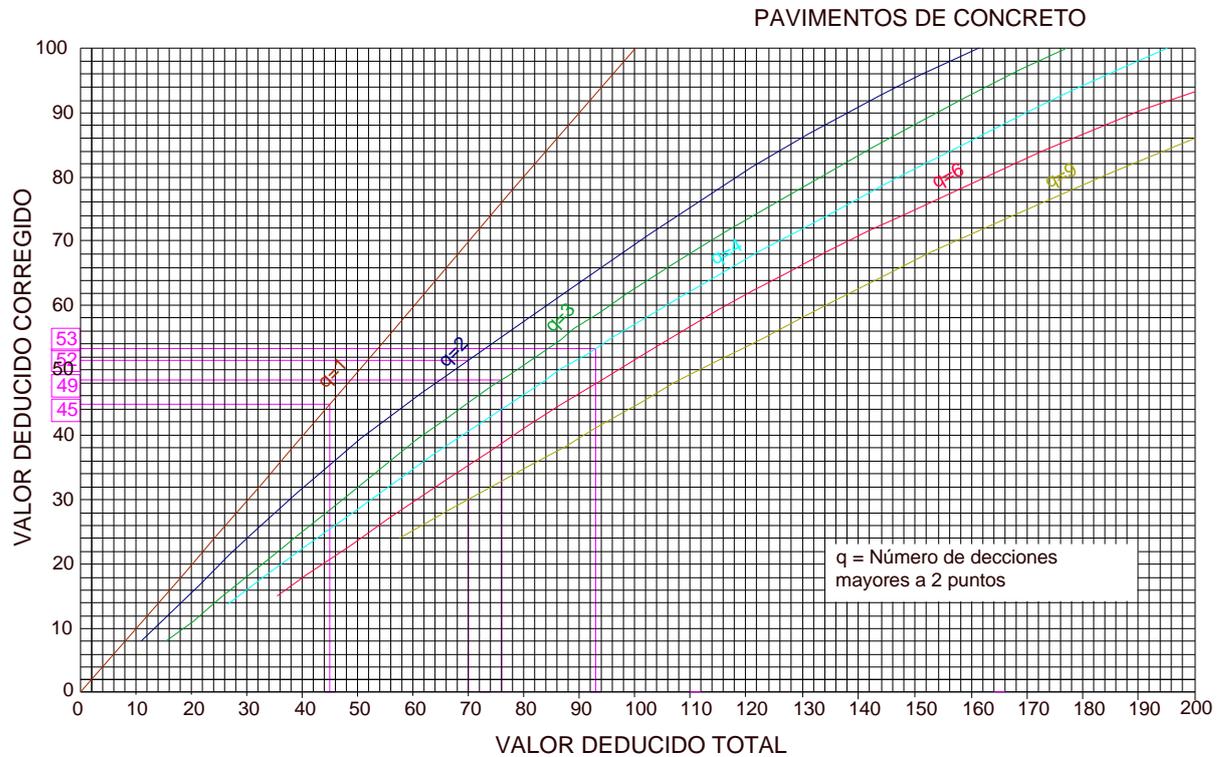
Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 66, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que $q=1$ y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 66 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.



GRÁFICO 75: Ábaco de corrección de CDV, UM – 14



Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 66 y del gráfico N° 75, se obtiene los siguientes resultados, para UM-14:

$$q = 4$$

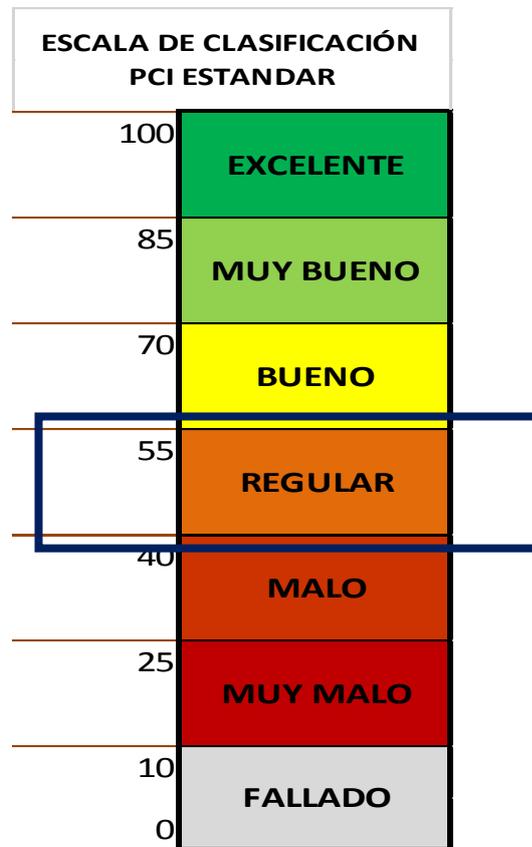
$$\text{Max CDV} = 53$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$\text{PCI} = 47$$



GRÁFICO 76: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-14



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 76 y del Valor PCI=47, su clasificación para la Unidad de Muestra 14 corresponde a **REGULAR**



4.3.15 Unidad de muestra UM - 15

La unidad de muestra UM - 15 tiene 20 losas y pertenece a la cuadra 15 del Jr. 28 de Julio, tal como se muestra en el grafico 77.

No presenta cambios de sección entre las cuadra 1 al 15, dentro de su área con una sección de 5m, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

GRÁFICO 77: Esquema de la Cuadra N° 15 del Jr. 28 de Julio – Unidad de Muestra N° 15

JR. PEDRO BARROSO	JR. 28 DE JULIO										JR. 14 DE AGOSTO	
	279	281	283	285	287	289	291	293	295	297		299
	280	282	284	286	288	290	292	294	296	298		300
JR. PEDRO BARROSO	CUADRA 15										JR. 14 DE AGOSTO	

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 64, demuestra el formato final de una Unidad de muestra procesado a través del Método PCI.

En el cuadro N° 65 se muestra el cálculo de la densidad, que corresponde a la división del total individual de cada falla entre el área total de la muestra en porcentaje.

CUADRO 68: Cálculo del PCI, UM - 15

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)
36	M	20	100.00%
28	M	20	100.00%
23	M	20	100.00%

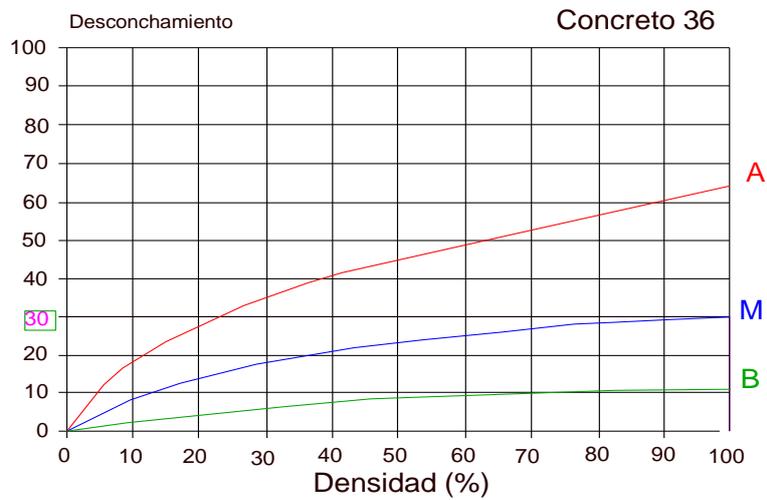
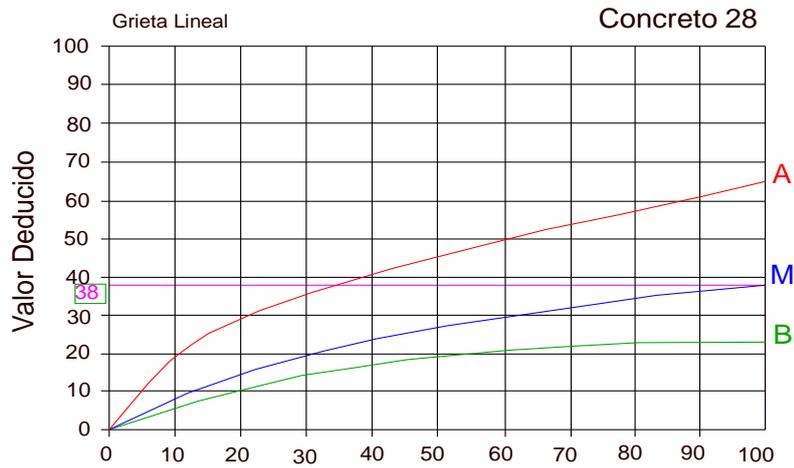
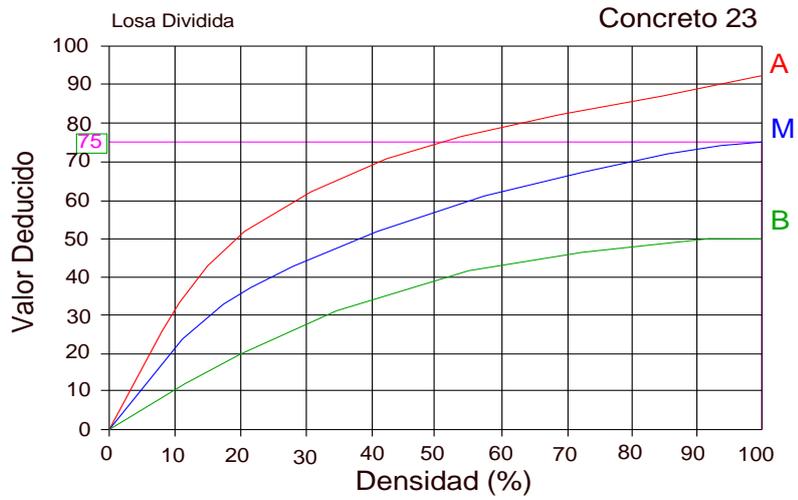
Fuente: Elaboración propia

De las fichas de inspección obtenidas anteriormente se tiene el valor de la densidad es 100, para las fallas o daños N° 23, 28 y 36, con una severidad Media (M), estos valores se identificarán en el gráfico N° 78.

En la siguiente imagen se puede observar la forma de uso de los ábacos para cada uno de los daños y niveles de severidad indicados en cuadro 68:



GRÁFICO 78: Análisis de la curva de falla



Fuente: Elaboración propia



De los ábacos presentados en el gráfico N° 78, se calcularon los valores deducidos de acuerdo al tipo de daño y severidad, los cuales serán usados de forma descendente para el cálculo del “Valor deducido corregido” tal como se detalla en el cuadro N° 69.

Cálculo del PCI de la UM – 15

CUADRO 69: Hoja de cálculos corregidos de CDV, UM – 15

N/O	VALORES DEDUCIDOS								Total	q	CDV
1	75	38	30						143	3	85
2	75	38	5						118	2	80
3	75	5	5						85	1	85

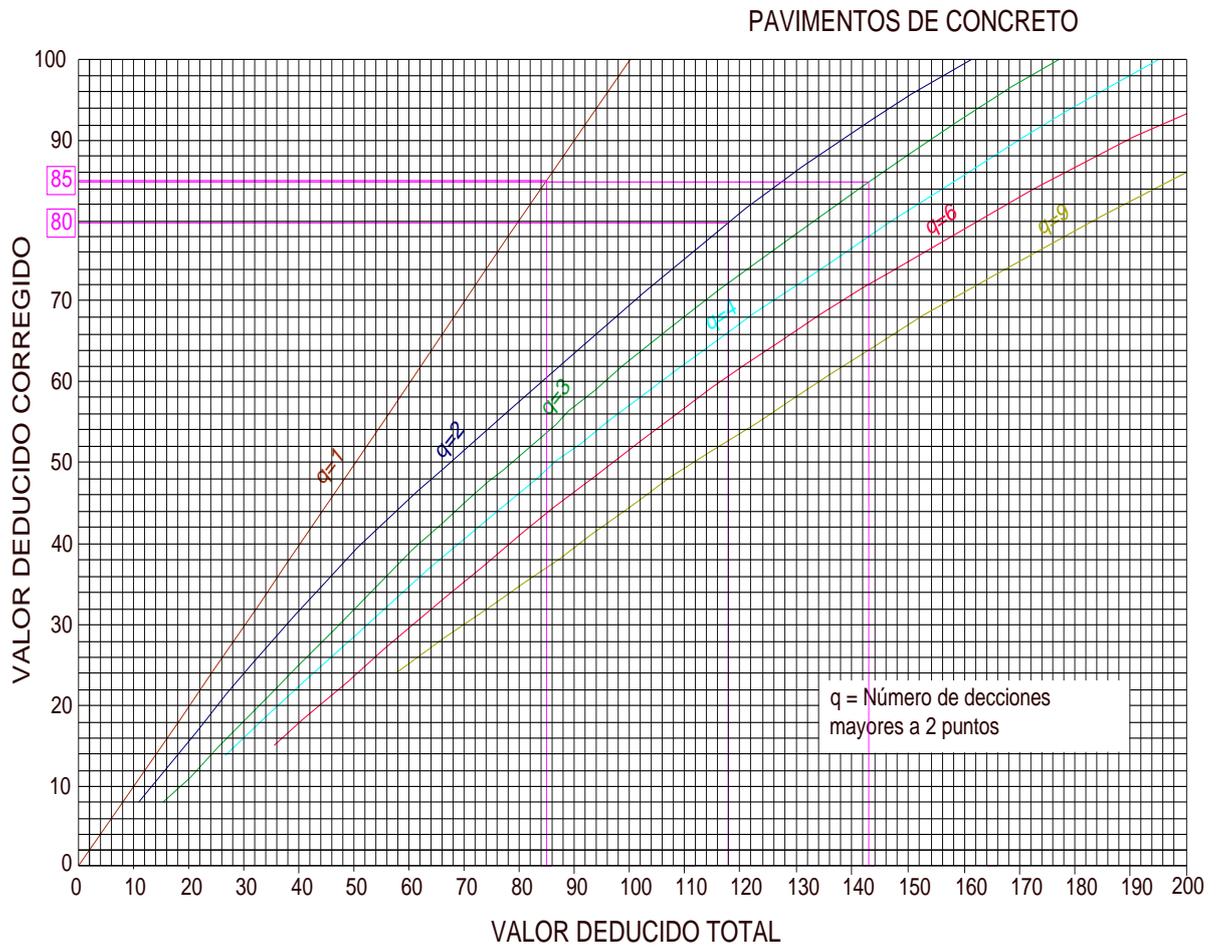
Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 69, se obtiene el valor deducido (q) que corresponde al cálculo repetitivo en reducir a 2 el menor valor de los Valores Deducidos, hasta que q=1 y de ello obtener el Máximo Valor Deducido Corregido (CVD).

Del cuadro N° 69 también se obtiene el valor deducido total, que se ubica en la columna “total” y corresponde a la suma de los valores deducidos.



GRÁFICO 79: Ábaco de corrección de CDV, UM – 15



Del cuadro N° 69 y del gráfico N° 79, se obtiene los siguientes resultados, para UM-15:

$$q = 3$$

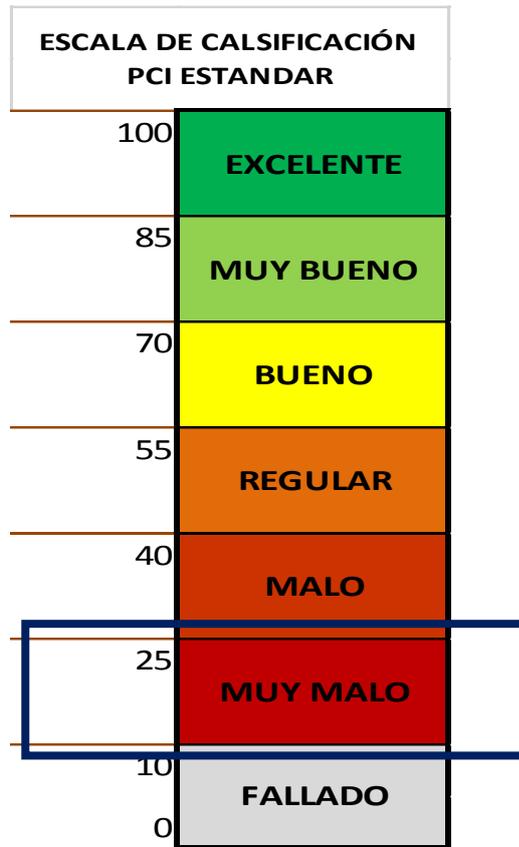
$$\text{Max CDV} = 85$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{MAX CDV}$$

$$\text{PCI} = 15$$



GRÁFICO 80: Clasificación PCI para la Unidad de Muestra – UM-15



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 80 y del Valor PCI=15, su clasificación para la Unidad de Muestra 15 corresponde a **MUY MALO**



4.4 Resultados obtenidos por número de fallas según tipo

Del Procedimiento de cálculo elaborado en gabinete como se indica en el ítem 4.2 se obtuvieron los siguientes resultados indicados en el Cuadro70:

CUADRO 70: Resumen de fallas encontradas en el pavimento del Jr. 28 de Julio.

N° DE FALLA	TIPO DE FALLA	SERVERIDAD			TOTAL
		BAJA	MEDIA	ALTA	
22	GRIETA DE ESQUINA	0	0	2	2
23	LOSA DIVIDIDA	0	34	49	83
25	ESCALA	140	14	14	168
28	GRIETA LINEAL	180	34	62	276
29	PARCHE GRANDE	0	0	6	6
30	PARCHE PEQUEÑO	30	3	0	33
34	PUNZONAMIENTO	0	7	10	17
36	DESCONCHAMIENTO	60	41	3	104
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	0	1	7	8
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	0	0	3	3

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 70, estos resultados nos dan un total de 700 de losas de fallas en todo el recorrido de la vía del Jr. 28 Julio, las fallas que se presentan en mayor cantidad son: Grieta lineal, Escala, Desconchamiento y Losa dividida, con 276, 168, 104 y 83 losas respectivamente.

A continuación se muestra el cuadro N° 71, que resume el metrado de fallas. Como se puede ver el tipo de falla que más se presenta en la zona en estudio es la es "28", Grieta lineal, falla tipo "25" Escala, falla tipo "36" Desconchamiento, falla tipo "23" Losa dividida y falla tipo "30" Parche pequeño. Por otro lado se observa que lo que existe en menor cantidad son las fallas "34, 38, 39 y 29".

**CUADRO 71:** de fallas de pavimento rígido según su tipo

N° DE FALLA	TIPO DE FALLA	SERVERIDAD		
		BAJA	MEDIA	ALTA
21	BLOW UP/BUCKING	0	0	0
22	GRIETA DE ESQUINA	0	0	2
23	LOSA DIVIDIDA	0	34	49
24	GRIETA DE DURABILIDAD	0	0	0
25	ESCALA	140	14	14
26	SELLO DE JUNTA	0	0	0
27	DESNIVEL CARIL/BERMA	0	0	0
28	GRIETA LINEAL	180	34	62
29	PARCHE GRANDE	0	0	6
30	PARCHE PEQUEÑO	30	3	0
31	PULIMENTO DE AGRGADO	0	0	0
32	POPOUTS	0	0	0
33	BOMBEO	0	0	0
34	PUNZONAMIENTO	0	7	10
35	CUCE DE VIA FERREA	0	0	0
36	DESCONCHAMIENTO	60	41	3
37	REFRACCION	0	0	0
38	DESCASCAMIENTO DE ESQUINA	0	1	7
39	DESCASCAMIENTO DE JUNTA	0	0	3

Fuente: Elaboración propia

4.4.1 Determinación del índice de estado del pavimento

Se explican los datos de campo obtenidos durante la inspección visual de fallas del pavimento rígido en el Jr. 28 de Julio (ver cuadro N° 72); así como el cálculo del índice de condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada. Las fotografías de las principales fallas de las unidades de muestra del tramo 1, se encuentran detalladas en el anexo II panel fotográfico.

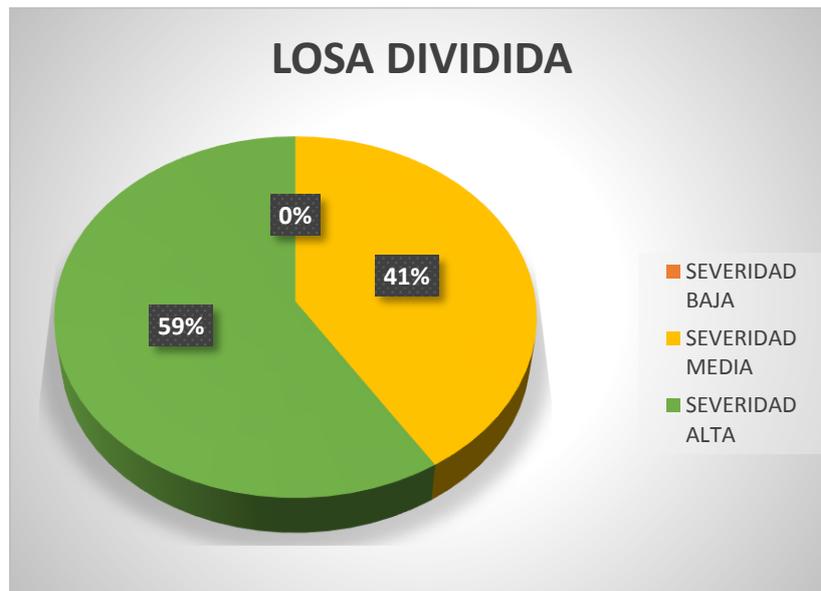
**CUADRO 72:** Resumen de clasificación del índice de condición de pavimentos

UNIDAD DE MUESTRA	PCI	CALIFICACION
UM-1	0	FALLADO
UM-2	0	FALLADO
UM-3	0	FALLADO
UM-4	0	FALLADO
UM-5	60	BUENO
UM-6	60	BUENO
UM-7	60	BUENO
UM-8	13	MUY MALO
UM-9	60	BUENO
UM-10	60	BUENO
UM-11	58	BUENO
UM-12	70	BUENO
UM-13	73	MUY BUENO
UM-14	47	REGULAR
UM-15	15	MUY MALO

Fuente: Elaboración propia.

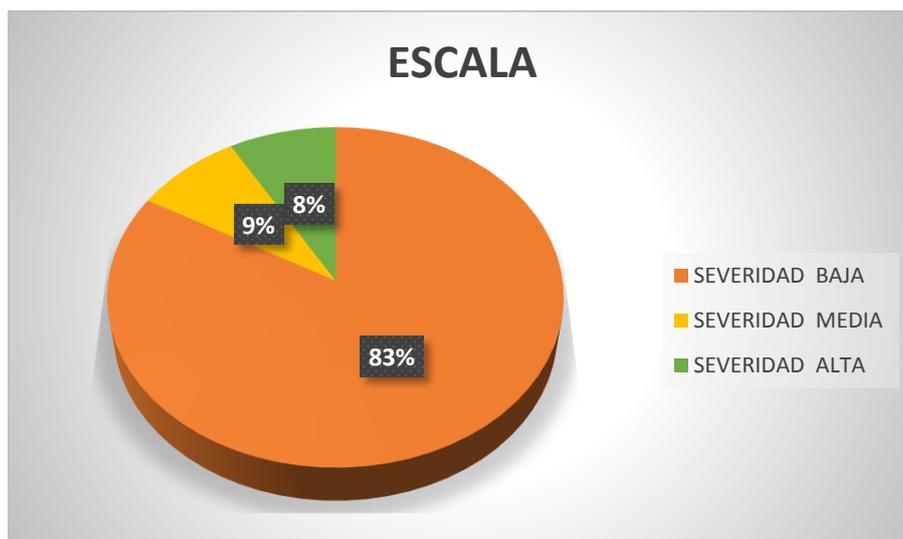
4.4.2 Resultados obtenidos por tipo de falla y severidad:

Podemos obtener que según la severidad de la falla, el grado de severidad que existe en mayor cantidad es la severidad media.

GRÁFICO 81: Análisis de la falla de piel de cocodrilo en toda la calle de Jr. 28 de julio

Fuente: Elaboración propia

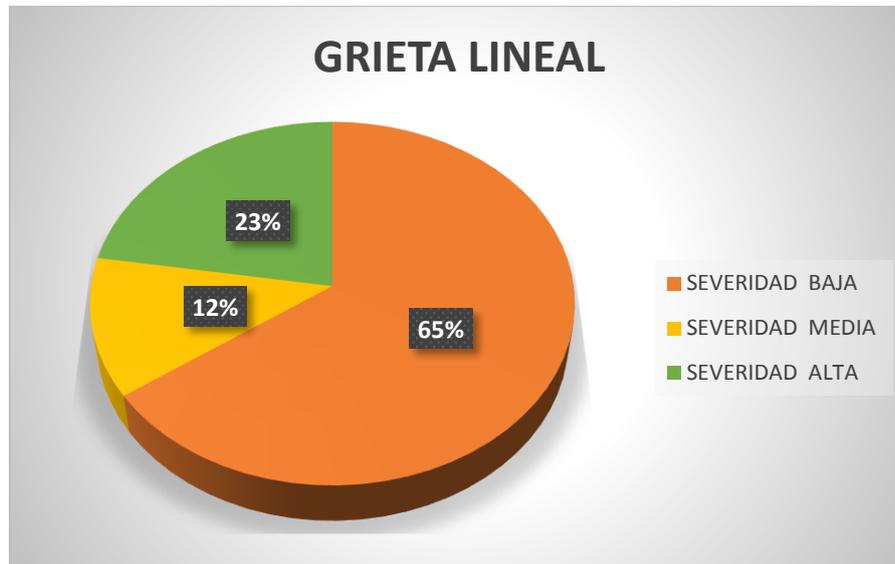
En el gráfico N° 81, se muestra la falla de losa dividida, por ende la severidad alta tiene un 59% del total de la falla de losa dividida en todo el Jr. 28 de Julio.

GRÁFICO 82: Análisis de la falla de agrietamiento en bloque en toda la calle de Jr. 28 de julio.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 82, se muestra la falla de escala, por lo tanto la severidad baja se le considera un 81% del total de la falla de escala en todo el Jr. 28 de Julio.

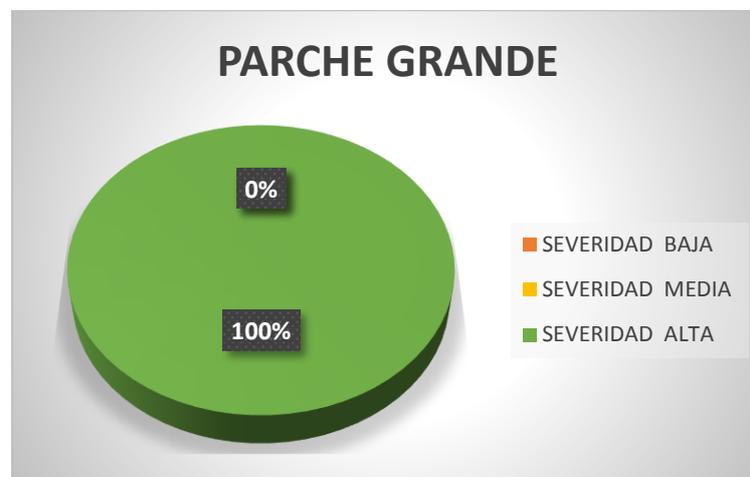
GRÁFICO 83: Análisis de la falla de depresión en toda la calle de Jr. 28 de julio



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 83, se muestra la falla de grieta lineal, considerándose como severidad baja un 65% del total de la falla de grieta lineal en todo el Jr. 28 de Julio.

GRÁFICO 84: Análisis de la falla de grieta de borde en toda la calle de Jr. 28 de julio.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°84, se muestra la falla de parche grande, cuya severidad alta tiene un 100% del total de la falla de parche grande en todo el Jr. 28 de Julio.

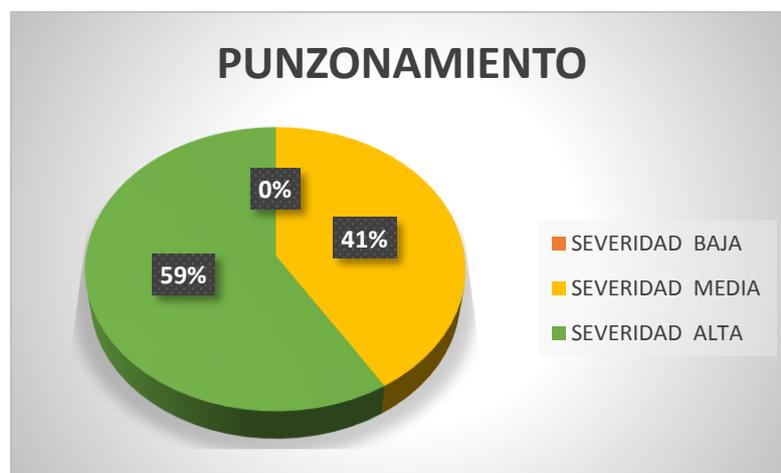
GRÁFICO 85: Análisis de la falla de grieta longitudinal y transversal en toda la calle de Jr. 28 de julio.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 85, se muestra la falla de parche pequeño, de lo cual se puede deducir como severidad baja un 91%, del total de la falla de parche pequeño en todo el Jr. 28 de Julio.

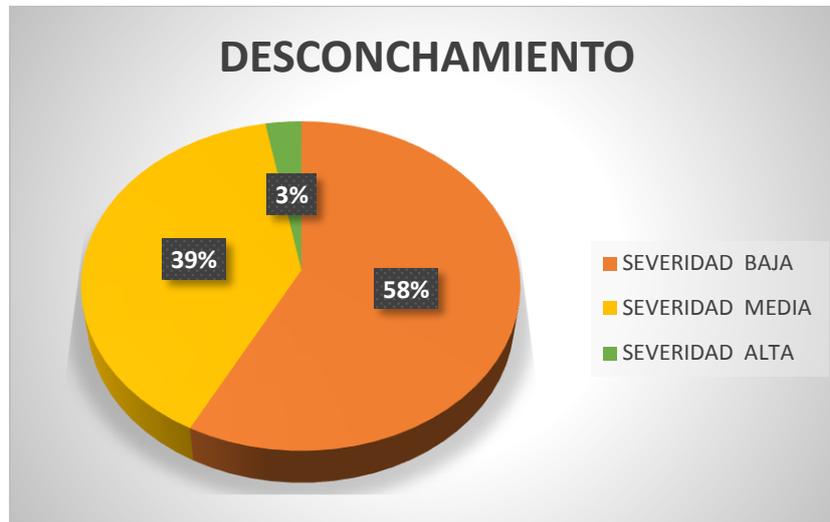
GRÁFICO 86: Análisis de la falla de parcheo en toda la calle de Jr. 28 de julio.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 86, se muestra la falla de punzonamiento, cuya severidad alta tiene un 59% del total de la falla de punzonamiento en todo el Jr. 28 de Julio.

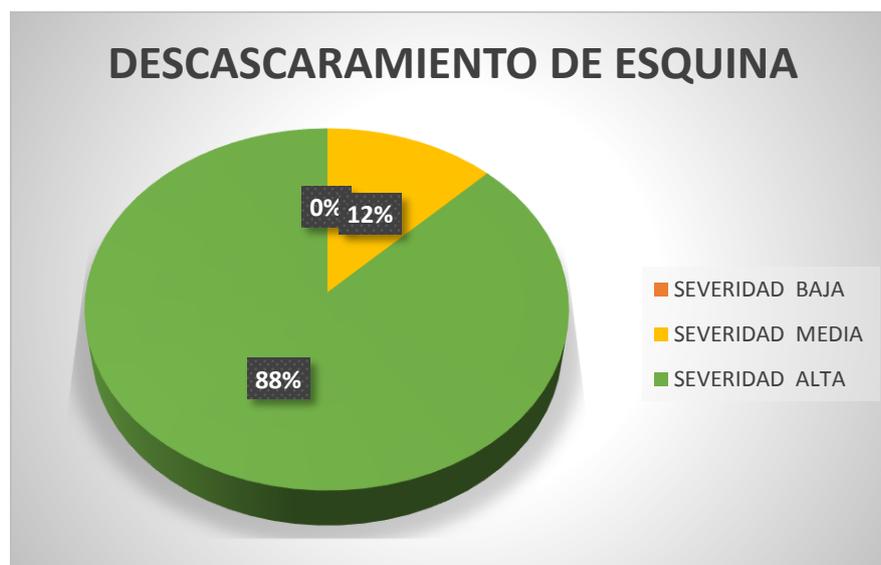
GRÁFICO 87: Análisis de la falla de Huecos en toda la calle de Jr. 28 de julio



Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 87, se muestra la falla de deconchamiento, por lo tanto la severidad baja tiene un 58% del total de la falla de desconchamiento en todo el Jr. 28 de Julio.

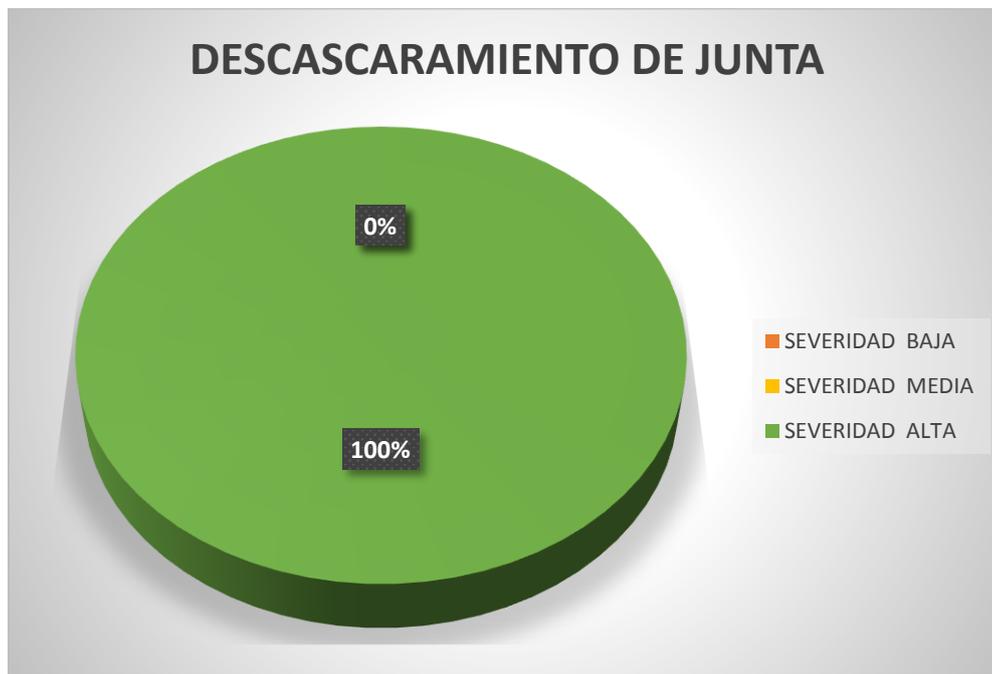
GRÁFICO 88: Análisis de la falla de ahuellamiento en toda la calle de Jr. 28 de julio.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 88, se muestra la falla de descascaramiento de esquina, por ende la severidad alta tiene un 88% del total de la falla de descascaramiento de esquina en todo el Jr. 28 de Julio.

GRÁFICO 89: Análisis de la falla de desprendimiento de agregados en toda la calle de Jr. 28 de julio.



Fuente: elaboración propia

En el gráfico N°89, se muestra la falla de descascaramiento de junta, deduciéndose como severidad alta un 100% del total de la falla de descascaramiento de junta en todo el Jr. 28 de Julio.

4.4.3 Resultados obtenidos por el tipo de fallas existentes:

Finalmente en el cuadro 73 se pueden obtener solo las fallas existentes en el pavimento en estudio, los cuales son:

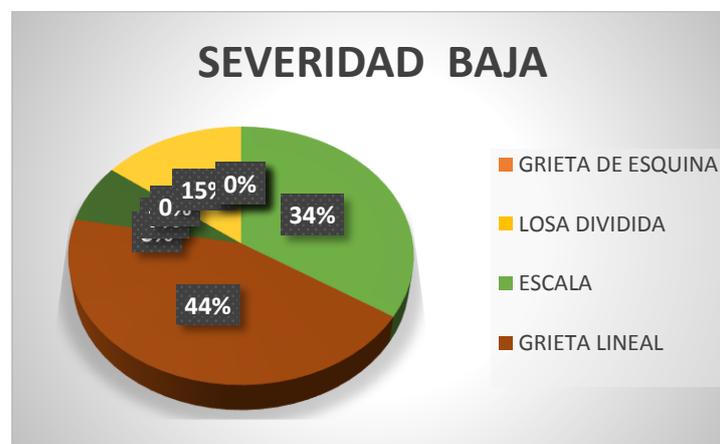
CUADRO 73: Resumen de los tipos de falla de acuerdo a su severidad

N° DE FALLA	TIPO DE FALLA	SERVERIDAD			TOTAL
		BAJA	MEDIA	ALTA	
22	GRIETA DE ESQUINA	0	0	2	2
23	LOSA DIVIDIDA	0	34	49	83
25	ESCALA	140	14	14	168
28	GRIETA LINEAL	180	34	62	276
29	PARCHE GRANDE	0	0	6	6
30	PARCHE PEQUEÑO	30	3	0	33
34	PUNZONAMIENTO	0	7	10	17
36	DESCONCHAMIENTO	60	41	3	104
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	0	1	7	8
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	0	0	3	3

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico N° 90, basado en el cuadro N° 73, se puede obtener como severidad baja del total de la pista del Jr. 28 de Julio, donde los tipos de falla más representativos al 44% grieta lineal, 34% escala, 15% desconchamiento y 7% parche pequeño.

GRÁFICO 90: Análisis de la severidad baja, con los tipos de falla



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 91, basado en el cuadro N° 73, se puede obtener como severidad media del total de la pista del Jr. 28 de Julio, donde los tipos de falla más representativos al 31% desconchamiento, 25% grieta lineal, 25% losa dividida y 11% de escala.

GRÁFICO 91: Análisis de la severidad media, con los tipos de falla



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 92, basado en el cuadro N°73, se puede obtener como severidad alta del total de la pista del Jr. 28 de Julio, donde los tipos de falla más representativos al 40% grieta lineal y 31% losa dividida.

GRÁFICO 92: Análisis de la severidad alta, con los tipos de falla.

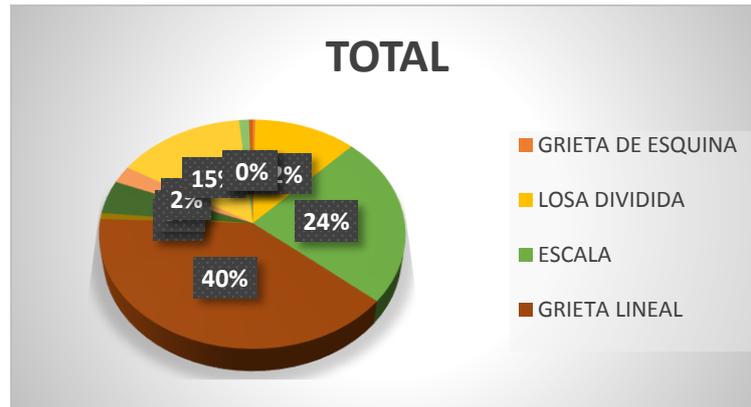


Fuente: Elaboración propia



En el gráfico N° 93, basado en el cuadro N° 73, se puede obtener como total de la pista del Jr. 28 de Julio, donde los tipos de falla más representativos al 40% grieta lineal, 24% escala y 15% desconchamiento.

GRÁFICO 93: Análisis de la con los tipos de falla más representativos.



Fuente: Elaboración propia



4.5 Alternativa de solución según el ASTM D6433 y el MTC.

4.5.1 Alternativa de solución según el ASTM D6433:

CUADRO 74: Resumen de las fallas de acuerdo a la unidad de muestra

UNIDAD DE MUESTRA	PCI	CALIFICACION
UM-1	0	FALLADO
UM-2	0	FALLADO
UM-3	0	FALLADO
UM-4	0	FALLADO
UM-5	60	BUENO
UM-6	60	BUENO
UM-7	60	BUENO
UM-8	13	MUY MALO
UM-9	60	BUENO
UM-10	60	BUENO
UM-11	58	BUENO
UM-12	70	BUENO
UM-13	73	MUY BUENO
UM-14	47	REGULAR
UM-15	15	MUY MALO

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 74, se obtiene el promedio de las clasificaciones por el método del PCI que corresponde la valor de 38 y se clasifica como Malo, lo cual que la pista a fallado y necesita una mantenimiento correctivo de la pista del Jr. 28 de Julio.



4.5.2 Alternativa de solución según MTC: En el Cuadro 27 se muestra la aplicación del método PCI usando la norma del MTC

CUADRO 75: Aplicación del Anexo I - Análisis del índice de condición, según el manual de conservación vial del MTC.

TRAMO	CALZADA	LONG.	AREA	MUESTRA	TIPO FALLA																							
					LOSA DIVIDIDA			ESCALA			GRIETA LINEAL			PARCHE			PUNZONAMIENTO			DESCONCHAMIENTO			DESCASCAMIENTO DE JUNTAS					
					B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A			
1	5	246.67	1233.35	UM-01	0	0	14	0	0	3	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	1
				UM-02	0	0	12	0	0	2	0	0	11	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	1			
				total	0	0	26	0	0	5	0	0	28	0	0	0	0	0	6	0	1	3	0	0	2			
				%del deterioro	0.00%	0.00%	2.11%	0.00%	0.00%	0.41%	0.00%	0.00%	2.27%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.49%	0.00%	0.08%	0.24%	0.00%	0.00%	0.16%			
				promedio ponderado	2.11%			0.41%			2.27%				0.00%			0.49%			0.16%							
puntaje de condición	39			7			41			0			9			2			3									
2	5	246.67	1233.35	UM-03	0	0	8	0	0	2	0	0	10	0	2	0	0	6	3	0	0	0	0	0	1			
				UM-04	0	0	9	0	0	1	0	0	18	0	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0			
				total	0	0	17	0	0	3	0	0	28	0	9	0	0	7	4	0	0	0	0	0	1			
				%del deterioro	0.00%	0.00%	1.38%	0.00%	0.00%	0.24%	0.00%	0.00%	2.28%	0.00%	0.73%	0.00%	0.00%	0.57%	0.32%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%			
				promedio ponderado	1.38%			0.24%			2.28%			0.73%			0.45%			0.00%			0.08%					
puntaje de condición	25			4			42			13			8			0			1									
3	5	246.67	1233.35	UM-05	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				UM-06	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				total	0	0	0	40	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				%del deterioro	0.00%	0.00%	0.00%	3.24%	0.00%	0.00%	3.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
				promedio ponderado	0.00%			3.24%			3.24%			0.00%			0.00%			0.00%			0.00%					
puntaje de condición	0			60			60			0			0			0			0									
4	5	246.67	1233.35	UM-07	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				UM-08	0	14	6	0	14	6	0	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				total	0	14	6	20	14	6	20	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				%del deterioro	0.00%	1.14%	0.49%	1.62%	1.14%	0.49%	1.62%	1.14%	0.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
				promedio ponderado	0.81%			1.08%			1.08%			0.00%			0.00%			0.00%			0.00%					
puntaje de condición	15			20			20			0			0			0			0									
5	5	246.67	1233.35	UM-09	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				UM-10	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				total	0	0	0	40	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				%del deterioro	0.00%	0.00%	0.00%	3.24%	0.00%	0.00%	3.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
				promedio ponderado	0.00%			3.24%			3.24%			0.00%			0.00%			0.00%			0.00%					
puntaje de condición	0			60			60			0			0			0			0									
6	5	246.67	1233.35	UM-11	0	0	0	20	0	0	20	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				UM-12	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0			
				total	0	0	0	20	0	0	40	0	0	30	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0			
				%del deterioro	0.00%	0.00%	0.00%	1.62%	0.00%	0.00%	3.24%	0.00%	0.00%	2.43%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.62%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
				promedio ponderado	0.00%			1.62%			3.24%			2.43%			0.00%			1.62%			0.00%					
puntaje de condición	0			30			60			45			0			30			0									
7	5	370	1850	UM-13	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0			
				UM-14	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	0			
				UM-15	0	20	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0			
				total	0	20	0	0	0	0	40	20	0	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	0	0			
				%del deterioro	0.00%	1.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.16%	1.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.16%	2.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
promedio ponderado	1.08%			0.00%			1.62%			0.00%			0.00%			2.16%			0.00%									
puntaje de condición	20			0			30			0			0			40			0									
TOTAL		1850.02	$\Sigma =$	744			99			181			313			58			17			72			4			

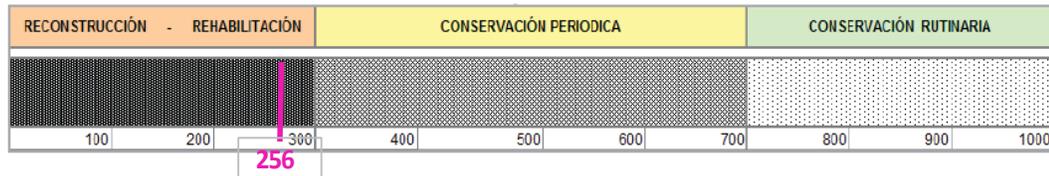
Fuente: Elaboración propia.



Sumatoria de puntaje de condición = 744

Clasificación de condición = $1000 - 744 = 256$

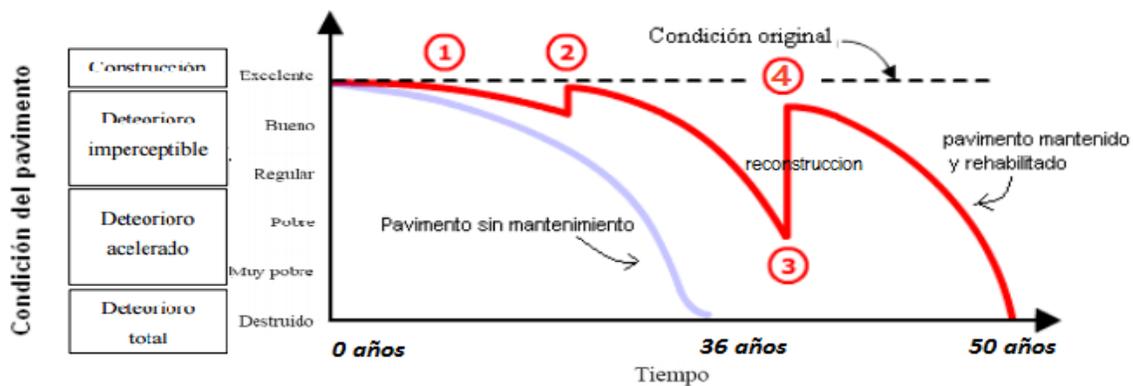
GRÁFICO 94 : Índice de condición del pavimento según el manual de conservación vial del MTC



Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro N° 75 y del gráfico N° 94, de acuerdo a la condición superficial del pavimento rígido la calle se califica como mala y se necesita una rehabilitación al Jr. 28 de Julio.

GRÁFICO 95: Ciclo de vida del pavimento del Jr. 28 de Julio, de mantenimiento y rehabilitación



Fuente: Elaboración propia.

En el diagnóstico de la pista del Jr. 28 de Julio, no recibió ningún tipo de mantenimiento, he ahí el porqué de una gran cantidad de fallas y de una condición medida. Lo cual en el gráfico N° 95,



el pavimento sin mantenimiento necesita una reconstrucción para que la condición del pavimento vuelva tener una condición buena.

Cuando existiera un mantenimiento periódico en el punto 1 el pavimento se deteriora lentamente. El punto 2 se aplica una rehabilitación para volver a su estado inicial de una condición de pavimento buena. En el punto 3 se reconstruye toda la pista porque ya fallo el pavimento, y el punto 4 vuelve a tener el pavimento una condición buena, para luego volver hacer el trabajo o el procedimiento del punto 1.



CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Conclusiones:

1. Al analizar el estado en que se encuentra la pista de pavimento rígido del Jr. 28 de julio, el mismo que consta de 15 cuadras, todas con una sección de 5.00m. Se inspeccionaron el 100 % de la pista con un total de 15 unidades de muestra.
2. Según la aplicación de la norma ASTM D6433 el promedio del PCI nos da un valor de 38 cuya clasificación es malo. En el análisis de las muestras de la cuadra 1 a la 4 el pavimento rígido ha fallado y necesita una rehabilitación y de la cuadra 5 a la 15 necesita un mantenimiento correctivo.
3. Se aplicó la norma del MTC que da un resultado de índice de condición de pavimento de 256, de acuerdo a la clasificación de condición se necesita una rehabilitación del pavimento del Jr. 28 de Julio de de la zona urbana de la ciudad de Huánuco (ver cuadro N°75 y el gráfico N° 94).
4. De los 19 tipos de fallas que indica la norma ASTM D6433 s para el caso de pavimentos rígidos, se encontraron 9 tipos de fallas con su respectiva severidad, alta, media y baja (ver cuadro N° 73), se analizaron los tipos de fallas de acuerdo a sus severidades, siendo el más representativo o el que incide mas es la severidad baja de grieta lineal con 180 losas de falla del pavimento rígido, le sigue 140 losas de falla de escala y 60 losas de falla en desconchamiento (ver gráfico del N°90 al N° 93).
Del cuadro N° 72, pueden ver que del 100% tenemos un 53% en estado bueno, el 20% un estado muy malo y con un 27% de pavimento rígido fallado.
5. Se analizaron dos tipos de intervención; para la reconstrucción en el Jr. 28 de Julio, que para la cuadra 1 a la 4 se necesita una intervención rápida de una rehabilitación de



reposición del pavimento rígido y de la cuadra 5 a la 15 es un mantenimiento correctivo de sellos en fisuras y grietas en calzadas.

Recomendaciones:

A nivel de estudio

- ✓ Difundir el método del MTC o del PCI para evaluar la condición de los pavimentos urbanos
- ✓ Determinar en función a los índices de condición, las actividades de conservación de los pavimentos para alargar su vida útil.
- ✓ Proponer campañas de capacitación a los ingenieros de las municipalidades.

A nivel de investigación (futuras líneas de investigación)

- ✓ Para obtener una mayor precisión en los resultados se recomienda seleccionar todas las unidades de muestra para aplicar el método del PCI.
- ✓ Se recomienda un monitoreo continuo del pavimento en estudio a través del método del PCI, que servirá para determinar el ritmo de su deterioro, a razón de ello se identificara con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación, mantenimiento del mismo y cuál es el factor y/o agente que ocasiona las fallas y así poder superarlos.

A nivel de ejecución

- ✓ Para realizar el proceso de verificación en campo es necesario utilizar equipo de seguridad en el trabajo de campo como son chalecos reflectantes, cascos, mascarillas, cintas de seguridad, ya que la inspección visual es un trabajo con peligro de transito constante y polvo.



- ✓ Para realizar el proceso de verificación de las unidades de muestra n campo para identificación de fallas, se recomienda que se realice n las primeras horas de la mañana con el fin de evitar el tránsito y tráfico vehicular y se nos facilite la identificación de los tipos de fallas existentes en las unidades de muestra.



BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ASTM. (2011). *Standard practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Surveys. Designacion D6433.*

- ✓ Ávila, E. & Albarracín, F. (2014). *Evaluación de pavimentos en base a métodos no destructivos y análisis inverso. Caso de Estudio: Vía Chicti – Sevilla de Oro.* (Tesis de Especialización en Ingeniería de Pavimentos). Universidad de Cuenca, Ecuador.

- ✓ Camposano, J. & García, K. (2012). *Diagnóstico del estado situacional de la Vía: Av. Argentina - Av. 24 de Junio por el método: Índice de Condición de Pavimentos-2012.* (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo - Perú.

- ✓ Carrera, M. (2011). *Evaluación de pavimento utilizando el Método PCI y su aplicación en el paso lateral de Porto Viejo desde la vía Portoatejo - Mejía hasta el redondel de Picoazá. Recomendaciones de mejoras.* (Tesis de Posgrado). Universidad Técnica de Manabí - Ecuador.

- ✓ Gutiérrez, J. (2007). *Modelación Geotécnico de Pavimentos Flexibles con fines de Análisis y Diseño en el Perú.* (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional de Ingeniería - Perú.



- ✓ Jugo, A. (2010,08) Evaluación Funcional y Estructural 2010 de la LO-02, Edo. Barinas Rehabilitada en 2004. *Ed. La Roca 4D. Sabana Grande, Caracas*. Recuperado de [http://www.inveas.org.ve/data/documentos_inveas/boletines/T.55.%20Jugo.%20Evaluaci%C3%B3n%20Funcional%20y%20estructural%20%20LO-02\(1\).pdf](http://www.inveas.org.ve/data/documentos_inveas/boletines/T.55.%20Jugo.%20Evaluaci%C3%B3n%20Funcional%20y%20estructural%20%20LO-02(1).pdf).
- ✓ Meléndez, A. (2014). *Estado y diagnóstico de la Calle 183 (Avenida San Antonio) entre carreras novena (9ª) y Diecisiete (17)*. (Tesis de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada.
- ✓ Ministerio de Transporte y Comunicaciones: *Manual de inventario viales, R.D. N° 09-2014-MTC/14*.
- ✓ Ministerio de Transporte y Comunicaciones: *Manual de carreteras de conservación vial R.D. N°17-2013-MTC/14*.
- ✓ Ñauñay, W. (2011). *Modelo de Evaluación y Mantenimiento para la Rehabilitación de la Capa de Rodadura de la Vía Pelileo – Baños*. (Tesis de Posgrado). Universidad Técnica de Ambato - Ecuador.
- ✓ Osuna, R. (2008). *Propuesta para la Implementación de un Sistema de Administración de Pavimentos para la Red Vial de la Ciudad de Mazatlán, SIN*. (Tesis de pos grado en ingeniera). Universidad Nacional Autónoma de México - México



- ✓ Salazar, G. (2008). *Sistema Institucional de gestión de las Carreteras de segundo orden del Ecuador, para disminuir costos de Mantenimiento Vial y operación de Vehículos*. (Tesis inédita para optar el grado de Magister en Vías Terrestres). Universidad Técnica de Ambato - Ecuador.

- ✓ Zella, G. (2008). *Gestión del Mantenimiento Vial Preventivo, Revisión y Propuesta para Caracas*. (Tesis inédita para optar el grado de Maestría en Transporte Urbano). Universidad Simón Bolívar – Venezuela.



ANEXO I: ABACO DEL MTC



ANEXO II: PANEL FOTOGRÁFICO