



UNIVERSIDAD LOS ÁNGELES CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO:

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS PRESENTES EN LA CAPA DE RODADURA
DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA ANDRÉS
AVELINO CÁCERES, ENTRE AVENIDA VICE Y AVENIDA
SULLANA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE PIURA,
DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA PIURA, DEL AÑO 2018.**

TESIS PARA ÓPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. ALBAN ZAPATA TOMAS ANGEL

ASESOR:

Mgtr. CARMEN CHILON MUÑOZ

PIURA – PERÚ

2018

2. FIRMA DEL JURADO Y ASESOR

Mgtr. MIGUEL ÁNGEL CHAN HEREDIA
PRESIDENTE DEL JURADO

Mgtr. WILMER OSWALDO CÓRDOVA CÓRDOVA
SECRETARIO DEL JURADO

Ing. ORLANDO VALERIANO SUAREZ ELIAS
MIEMBRO DEL JURADO

Mgtr. CARMEN CHILON MUÑOZ
ASESOR

3. HOJA DE AGRADECIMIENTO.

3.1. AGRADECIMIENTO.

A DIOS y a mi familia.

3.2 DEDICATORIA.

A Dios nuestro creador, por brindarme la oportunidad de vivir ser feliz, y

A mis padres, por el apoyo y su amor ofrecido todo este tiempo.

4. RESUMEN Y ABSTRACT.

4.1. RESUMEN.

Determinar y evaluar el tipo de patologías presentes en la capa de rodadura del pavimento que corresponde a la avenida Andrés Avelino Cáceres entre la avenida Vice y la avenida Sullana Norte del departamento de Piura, distrito de Piura, provincia Piura, del año 2018, es el tema de estudio en el presente trabajo de investigación.

La sección de estudio cuenta con una capa de rodadura de longitud de 400 m en cada una de sus dos vías de acceso, un ancho de 5.50 m, un espesor de 4 pulgadas y un área 4400m². Esta investigación es de inspección visual, mediante el método Índice de Condición del Pavimento..

Se concluye que solo el 30.87 % de los 1980 m² de la sección en estudio se encontró con patologías y que los 69.13% no presentaron patologías según la inspección visual realizada.

Las patologías encontradas en la capa de rodadura del pavimento flexible de la vía, que corresponde a la avenida Andrés Avelino Cáceres entre la avenida Vice y la avenida Sullana Norte fueron:

Piel De Cocodrilo 1.31%, Abultamiento Y Hundimiento 0.04%, Depresión 0.14%, Grieta Longitudinal Y Trasversal 2.44%, Pulimiento De Agregados 22.20%, Hueco 0.50%, Ahellamiento 0.81%, Grieta Parabólica 0.28%, Hinchamiento 3.16%, El índice de condición del pavimento es de rango 62.47 y con una calificación de BUENO.

Palabras clave: capa de rodadura de pavimento asfaltico, determinación y evaluación de las patologías en la capa de rodadura.

4.2. ABSTRACT.

Determine and evaluate the type of pathologies present in the pavement layer of the pavement that corresponds to the avenue Andrés Avelino Cáceres between Vice Avenue and Sullana Norte Avenue in the Department of Piura, district of Piura, Piura province, in 2018, is the subject of study in the present research work.

The study section has a running layer of 400 m in length in each of its two access roads, a width of 5.50 m, a thickness of 4 inches and an area of 4400 m². This investigation is of visual inspection, by means of the Pavement Condition Index method ..

It is concluded that only 30.87% of the 1980 m² of the study section was found with pathologies and that 69.13% did not present pathologies according to the visual inspection performed.

The pathologies found in the rolling layer of the flexible pavement of the road, which corresponds to Avenida Andrés Avelino Cáceres between Vice Avenue and Sullana Norte Avenue were Crocodile Skin 1.31%, Bulging and Sinking 0.04%, Depression 0.14%, Longitudinal and Transversal Crack 2.44%, Aggregate Polishing 22.20%, Hollow 0.50%, Hulling 0.81%, Parabolic Crack 0.28%, Swelling 3.16%, The condition index of the pavement is of rank 62.47 and with a rating of GOOD.

Key words: asphalt pavement running layer, determination and evaluation of road surface pathologies.

5. CONTENIDO

1. TÍTULO.....	i
2. FIRMA DEL JURADO Y ASESOR.....	ii
3. HOJA DE AGRADECIMIENTO.....	iii
3.1. AGRADECIMIENTO.....	iii
3.2. DEDICATORIA.....	iv
4. RESUMEN Y ABSTRACT.....	v
4.1. RESUMEN.....	v
4.2. ABSTRACT.....	vi
5. CONTENIDO	vii
6. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS, GRÁFICOS, FICHAS, CUADROS.	xi
6.1. ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
6.2. ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
6.3. ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
6.4. ÍNDICE DE FICHAS.....	xiii
6.5. ÍNDICE DE CUADROS.....	xiv
6.6. ÍNDICE DE CURVAS DEDUCIDAS.....	xiv
I. INTRODUCCION.....	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
2.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	5
2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
III. REVISION DE LITERATURA.....	6
3.1 ANTECEDENTES.....	6
3.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	6
3.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	24

3.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.	32
3.2. BASE TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.	36
3.2.1. LOS PAVIMENTOS.	36
3.2.1.1. PAVIMENTO RÍGIDO.	38
3.2.1.1.1. SUBRASANTE 39	
3.2.1.1.2. SUBBASE 40	
3.2.1.1.3. LOSA 41	
3.2.1.2. PAVIMENTOS FLEXIBLES.	42
3.2.1.2.1. CARPETA ASFÁLTICA.	45
3.2.1.2.2. BASE.	53
3.2.1.2.3. SUB BASE.	55
3.2.1.2.4. SUBRASANTE.	56
3.2.1.2.5. TERRENO DE FUNDACIÓN.	57
3.2.1.3. PAVIMENTO ARTICULADOS.	58
3.2.1.3.1. SUBRASANTE.	60
3.2.1.3.2. BASE.	60
3.2.1.3.3. CAPA DE ARENA.	60
3.2.1.3.4. ADOQUINES.	61
3.2.2. PATOLOGÍAS.	62
3.2.2.1. PIEL DE COCODRILO.	63
3.2.2.2. EXUDACIÓN.	65
3.2.2.3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE.	66
3.2.2.4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO.	68
3.2.2.5. CORRUGACIÓN.	70
3.2.2.6. DEPRESIÓN.	71
3.2.2.7. GRIETA EN BORDE.	72
3.2.2.8. FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTA.	73
3.2.2.9. DESNIVEL CARRIL / BERMA.	75
3.2.2.10. FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES.	76

3.2.2.11. PARCHES.....	78
3.2.2.12. PULIMIENTO DEL AGREGADO.....	79
3.2.2.13. HUECO.....	80
3.2.2.14. CRUCE DE VÍA FÉRREA.....	82
3.2.2.15. AHUELLAMIENTO.....	83
3.2.2.16. DESPLAZAMIENTO.....	84
3.2.2.17. GRIETA PARABÓLICA.....	86
3.2.2.18. HINCHAMIENTO.....	87
3.2.2.19. METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.....	88
3.2.3. MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.....	91
3.2.3.1. MÉTODO DEL PCI.....	91
3.2.3.2. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.....	93
3.2.3.3. UNIDADES DE MUESTREO.....	94
3.2.3.4. DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN:.....	95
3.2.3.5. SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO ADICIONALES.....	98
3.2.3.6. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN.....	99
3.2.3.7. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO....	100
3.2.3.8. CÁLCULO PARA CARRETERAS CON CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA.....	100
IV. METODOLOGÍA.....	104
4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	104
4.2. UNIVERSO Y MUESTRA.....	106
4.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES....	108

4.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROYECTO.....	109
4.5.	PLAN DE ANÁLISIS DEL PROYECTO.....	110
4.6.	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	111
4.7.	PRINCIPIOS ÉTICOS DEL PROYECTO.....	113
V.	RESULTADO.....	114
5.1.	Resultados.....	114
5.1.1.	Fichas De Cada Unidad De Muestra Evaluada.....	115
5.1.1.1.	Evaluación De La Unidad De Muestra M_3.....	115
5.1.1.2.	Evaluación De La Unidad De Muestra M_5.....	123
5.1.1.3.	Evaluación De La Unidad De Muestra M_7.....	126
5.1.1.4.	Evaluación De La Unidad De Muestra M_9.....	129
5.1.1.5.	Evaluación De La Unidad De Muestra M_11.....	132
5.1.1.6.	Evaluación De La Unidad De Muestra M_13.....	135
5.1.1.7.	Evaluación De La Unidad De Muestra M_15.....	138
5.1.1.8.	Evaluación De La Unidad De Muestra M_17.....	141
5.1.1.9.	Evaluación De La Unidad De Muestra M_19.....	144
5.2.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	147
VI.	CONCLUSIONES.....	158
VII.	RECOMENDACIONES.....	159
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	160
	ANEXOS:	163
	Anexo N° 1 : Ubicación De La Sección En Estudio.....	164
	Anexo N°2 Fotografías Avenida Andrés Avelino Cáceres, Entre Avenida Vice Y Avenida Sullana.....	166
	Anexo N°3 Curvas Deducidas para Interpolar.....	173

6. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS, GRÁFICOS, FICHAS, CUADROS.

6.1. ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura_1 Fisuras De Los Pavimentos Flexibles.	8
Figura_2 Espectros De Vehículos Clase 4, Ejes Simples Y Dobles Del Punto De Control Curacaví.....	18
Figura_ 3 Esquema de deformación	31
Figura_ 4 Exudación.....	33
Figura_ 5 Ubicación de Avenida Las Palmas	35
Figura_ 6 Sección Típica De Pavimento	37
Figura_ 7 Pavimento De Concreto Rígido.....	39
Figura_ 8 Estructura De Un Pavimento Flexible Típico.	43
Figura_ 9 Diagrama De Trasmisión De Cargas De Un Pavimento Flexible	44
Figura_ 10 Zona En La Que Tiene Que Permanecer El Concreto Asfaltico.	52
Figura_ 11 Compactación De Base	54
Figura_ 12 Muestra De Sub Base	56
Figura_ 13 Elementos Estructurales De Un Pavimento De Adoquines.....	59
Figura_ 14 Diseño De Adoquín	61
Figura_ 15 Tipos de Patologías	62
Figura_ 16 Piel De Cocodrilo	64
Figura_ 17 Exudación.....	66
Figura_ 18 Grieta en Bloque.....	67
Figura_ 19 Abultamiento.....	69
Figura_ 20 Corrugación.....	70
Figura_ 21 Depresión.....	72
Figura_ 22 Grita De Borde	73
Figura_ 23 Fisura Flexión De Junta.....	75
Figura_ 24 Desnivel Carril.	76
Figura_ 25 Fisura Trasversal.	78
Figura_ 26 Parche	79
Figura_ 27 Pulimiento De Agregados.	80
Figura_ 28 Hueco.....	81

Figura_ 29 Cruce De Vía Férrea.....	82
Figura_ 30 Ahuellamiento.....	84
Figura_ 31 Desplazamiento.....	85
Figura_ 32 Fisura Parabólica.....	87
Figura_ 33 Hinchamiento.....	88
Figura_ 34 Meteorización.....	90
Figura_ 35 Ubicación De La Sección De Estudio De Av. Andrés Avelino Cáceres, Entre Av. Vice Y Av. Sullana Norte.....	107
Figura_ 36 Análisis Del Proyecto.....	110
Figura_ 37 Grieta Trasversal.....	166
Figura_ 38 Ahuellamiento.....	167
Figura_ 39 Pulimiento de Agregados.....	167
Figura_ 40 Pulimiento de Agregado.....	168
Figura_ 41 Piel De Cocodrilo.....	168
Figura_ 42 Hueco.....	169
Figura_ 43 Pulimiento de Agregados.....	169
Figura_ 44 Medición De La Patología.....	170
Figura_ 45 Medición De Las Profundidad De Una De Las Patologías.....	170
Figura_ 46 Medición De Las Patologías Presente.....	171
Figura_ 47 Medición De La Profundidad De Las Patologías.....	171
Figura_ 48 Pulimiento de Agregados.....	172
Figura_ 49 Espesor De La Capa De Rodadura.....	172

6.2. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla_ 1 Metodo Odemark_Boussinesq y Método elástico (BISAR3).....	23
Tabla_ 2 Especificaciones granulométricas para materiales pétreos.....	50
Tabla_ 3 Rango y Calificaciones del PCI.....	91
Tabla_ 4 Longitudes de Unidades De Muestra Asfálticas.....	94

6.3. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_3	122
Gráfico 2 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_5	125
Gráfico 3 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_7	128
Gráfico 4 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_9	131
Gráfico 5 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_11	134
Gráfico 6 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_13	137
Gráfico 7 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_15	140
Gráfico 8 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_17	143
Gráfico 9 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_19	146
Gráfico 10 Porcentaje De Patología En Las 9 Unidades Evaluadas 100% De Área de Estudio,.....	150
Gráfico 11 Porcentaje De Las Patología En Área Afectada	152
Gráfico 12 Evaluación de los 1980m2.....	154
Gráfico 13 Calificación De Las Muestras Y Condición De La Capa De Rodadura En Estudio	156

6.4. ÍNDICE DE FICHAS

Ficha: 1 Perdida De Agregados.	11
Ficha: 2 Exudación Del Asfalto.....	12
Ficha: 3 Exposición de Agregados	13
Ficha: 4 Rodadera	14
Ficha: 5 Grieta Trasversal.....	15
Ficha: 6 Deterioro Por Defecto Constructivo	16
Ficha: 7 Registro para pavimentos asfáltico	93
Ficha: 8 Unidad De Muestra M_3	115
Ficha: 9 Unidad De Muestra M_5	123
Ficha: 10 Unidad De Muestra M_7	126
Ficha: 11 Unidad De Muestra M_9	129
Ficha: 12 Unidad De Muestra M_11	132
Ficha: 13 Unidad De Muestra M_13	135
Ficha: 14 Unidad De Muestra M_15	138
Ficha: 15 Unidad De Muestra M_17	141

Ficha: 16 Unidad De Muestra M_19	144
--	-----

6.5. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Operación Y Varianza.....	108
Cuadro 2 Matriz De Consistencia.....	111
Cuadro 3 Matriz De Consistencia.....	112
Cuadro 4 Patologías Encontradas En Las Muestras Evaluadas	114
Cuadro 5 Área De Porcentaje M_3.....	121
Cuadro 6 Área De Porcentaje M_5.....	124
Cuadro 7 Área De Porcentaje M_7.....	127
Cuadro 8 Área De Porcentaje M_9.....	130
Cuadro 9 Área De Porcentaje M_11.....	133
Cuadro 10 Área De Porcentaje M_13.....	136
Cuadro 11 Área De Porcentaje M_15.....	139
Cuadro 12 Área De Porcentaje M_17.....	142
Cuadro 13 Área De Porcentaje M_19.....	145

6.6 ÍNDICE DE CURVAS DEDUCIDAS

Curva Deducidas 1 Para Piel de Cocodrilo	173
Curva Deducidas 2 Para Exudación.....	174
Curva Deducidas 3 Para Agrietamiento en Bloque.	174
Curva Deducidas 4 Para Abultamiento Y Hundimiento.....	174
Curva Deducidas 5 Para Corrugación.....	174
Curva Deducidas 6 Para Depresión	174
Curva Deducidas 7 Para Grieta De Bloque	174
Curva Deducidas 8 Para Grieta De Reflexión De Junta	174
Curva Deducidas 9 Para Carril - Berma	174
Curva Deducidas 10 Para Grieta Longitudinales Y Trasversales.....	174
Curva Deducidas 11 Para Parcheo.....	174
Curva Deducidas 12 Para Pulimiento De Agregados	174
Curva Deducidas 13 Para Hueco	174
Curva Deducidas 14 Para Cruce De Via Férrea	174
Curva Deducidas 15 Para Ahuellamiento	174

Curva Deducidas 16 Para Desplazamiento	174
Curva Deducidas 17 Para Grietas Parabolica	174
Curva Deducidas 18 Para Hinchamiento	174
Curva Deducidas 19 Para Desprendimiento De Agregado.....	174
Curva Deducidas 20 Valores Deducidos Corregidos	174
Curva Deducidas 21 Valores Deducidos Coregidos.....	174

I. INTRODUCCION.

La Superficie de rodamiento de un pavimento flexible está establecida por materia bituminosa endurecida, que mantiene un contacto íntimo con las cargas para repartir los esfuerzos a las capas estructurales inferiores que conforman todo el pavimento. Su perdurabilidad depende de la enramabilidad de los agregados. También es la que proporcionar una superficie de rodadura segura, confortable, estética e impermeable y una buena resistencia al deslizamiento de los neumáticos.

La capa de rodadura del pavimento flexible de la sección es estudio es una vía transitada por vehículos de diferente tonelaje, con un constante flujo vehicular, el que posiblemente pueda estar causando una fatiga a la capa de rodadura. Es afectada también por los exacerbados escenarios climáticos por el calentamiento global, los cuales también estarían involucrados en el desempeño de los materiales y la estructura del pavimento, afectando el nivel de servicio que ofrece a sus usuarios y siendo causantes de algunas patologías.

Sabiendo que las patologías son lesiones o deterioro sufrido por el material o la estructura de la capa de rodadura, las cuales pudieron ser causadas por un diseño inadecuado, procedimiento de construcción defectuosos, fatiga de la capa de rodamiento debido al aumento del volumen de tránsito no esperado, falta de mantenimiento, por diversos agentes atmosféricos en el que se encuentra expuesto. Y que, en consecuencia de ellas las características principales la vía con la que fue diseñado el pavimento; seguridad, confort, la estética, resistir y distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tránsito y la

impermeabilidad, se ven afectadas, poniendo en riesgo la seguridad de los vehículos que circulan por ella.

Por lo tanto esta sección merece estar en constante supervisión y mantenimiento para que así pueda brindar el servicio que espera por el usuario. Es necesario realizar estudios que nos brinde el estado de conservación de esta. Y así poder realizar trabajos de rehabilitación y mantenimiento adecuados, con la finalidad de mejorar el estado de nivel de servicio en la vía. Para que el usuario al transitar por ella puedan hacerlo con el debido confort para el que fue diseñado.

Por tanto, esta investigación tiene como finalidad conocer, en qué medida determinar y evaluar el tipo de patología que se encuentra en la capa de rodadura del pavimento flexible, de la avenida Andrés Avelino Cáceres, entre Avenida Vice Y Avenida Sullana del distrito de Piura, nos permitirá obtener el índice de condición del pavimento en la actualidad y el porcentaje de patologías presentes. Puesto que algunos tramos de esta sección se encuentran muy deteriorados y no ofrecen un viaje confortable y seguro al transitar por ellos.

El objetivo principal es determinar y evaluar las patologías presentes en la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Andrés Avelino Cáceres, entre Avenida Vice Y Avenida Sullana del distrito de Piura, departamento de Piura, Provincia de Piura. Determinar su severidad y calificar de promediamente la condición de la capa de rodadura del pavimento flexible. La justificación de esta investigación es debido a la necesidad de conocer cuál es la descripción cualitativa de la condición de la capa de rodadura del pavimento flexible de la sección en estudio.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

a) Caracterización del Problema.

EL estudio realizado está ubicado en el distrito de Piura, este cuenta con una elevación media sobre el nivel del mar de 30 metros. Y limita por el Norte con la provincia Sullana y el distrito Tambogrande, por el Este con el distrito Castilla, por el Sur y Suroeste con el distrito Catacaos y Veintiséis de Octubre, por el oeste, con la provincia Sullana.

La sección de avenida en estudio está ubicada entre el cruce la av. Vice y av. Sullana norte. Fue creada en el año 1985, perteneció a la RUTA 001, que recorre toda la costa del Perú, ahora llamada ex panamericana norte.

La avenida Andrés Avelino Cáceres posee una longitud aproximada de 5165 ml, cuenta con dos vías de acceso. Esta avenida parte desde el Ovala Andrés Avelino Cáceres, el que comienza en la avenida Panamericana Norte, cruza el puente, de mismo nombre, Andrés Avelino Cáceres, que une Piura y castillas, distrito, hasta llegar a conectarse con la avenida Guardia Civil en el distrito de Castilla.

La sección de avenida en estudio representa un aporte importante en la circulación vehicular de Piura, ya que en ella transita gran parte de su flujo vehicular del distrito de Piura, en esta sección de avenida vehículos provenientes del distrito de Castilla centro de distrito de Piura y alrededores de Piura con dirección al distrito de Piura y el distrito de 26 De Octubre,

por ella transitan vehículos de toda clase y peso, esta tiene una vía auxiliar que libera un el flujo vehicular, es la av. Sullana norte pero solo para los vehículos que tienen como destino los AA.HH y/o urbanizaciones que se encuentran alrededor mayor mente vehículos livianos el espesor actual de la capa de rodadura en estudio es de 4 pulgadas.

Esta muestra se encuentra con patologías las cuales estarías avanzando, su grado de severidad debido al excesivo tráfico que fluye por ella y al no tener un mantenimiento periódicamente

Al ser una sección de avenida indispensable para el distrito de Piura en cuanto al tráfico vehicular, se decide realizar este trabajo de investigación para lograr obtener cuál es el índice de condición del pavimento.

b) ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

¿Cuál será el estado actual, al determinar y evaluar las patologías presentes en la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Andrés Avelino Cáceres, entre Avenida Vice y avenida Sullana del departamento de Piura, distrito de Piura, provincia Piura?

¿Cuál es el índice de condición del pavimento en la capa de rodadura del pavimento flexible de mencionada avenida?

2.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar y evaluar las patologías presentes en la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Andrés Avelino Cáceres, entre avenida Vice y avenida Sullana del departamento de Piura, distrito de Piura, provincia Piura.

2.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.

Identificar las patologías existentes en la capa de rodadura del pavimento flexible de la sección en estudio, mediante una inspección visual.

Calcular el índice de condición presente en la capa de rodadura del pavimento flexible de la muestra en estudio.

2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La justificación de esta investigación es debido a la necesidad de conocer cuál es la descripción cualitativa de la condición de la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Andrés Avelino Cáceres, entre avenida Vice y avenida Sullana del departamento de Piura, distrito de Piura, provincia Piura. Y Encontrar la patología de mayor incidencia y su severidad en la carpeta de rodadura del pavimento flexible en sección de la vía en estudio. Cuál es el porcentaje de patologías de la capa de rodadura del pavimento flexible en la muestra.

III. REVISION DE LITERATURA.

3.1 ANTECEDENTES.

3.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

MARIA B.- NARHEN V.- DIEGO P.- HAYDERTH F.- RAFAEL M.⁽¹⁾

Presenta un informe titulado: PATOLOGÍA DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Los pavimentos son la estructura que constituye en general la movilidad tanto en vías urbanas como rurales, es por esto que es de vital importancia su conservación y su adecuado mantenimiento para que de este modo sigan garantizando la seguridad, la comodidad y la economía en el caso de su mantenimiento.

En este caso estudiaremos y daremos a conocer las diferentes patologías que se presentan en estas estructuras, visibles en la capa de rodadura y las posibles causas, basados en la información que la ciencia relacionada a este tema nos puede ofrecer, siendo esto materia determinante en el momento de elegir la configuración adecuada para cada tipo de necesidad en lo que a resistencia concierne.

La descripción de cada tipo de patología no es suficiente como método didáctico, teniendo en cuenta que en muchos casos, en el periodo de academia, no estamos relacionados directamente con todas las posibles fallas, en ese orden de ideas, se crea una descripción específica mostrando con imágenes la apariencia visual de cada una de estas,

dando así, un panorama más completo para aquellos que tengan dudas al diagnosticar el grado de deterioro de un pavimento y que no se precipiten a soluciones primarias cuando lo que se busca es devolver la funcionalidad y la apariencia sana para el usuario en el momento de utilizarlo.

Objetivos Específicos:

- ✓ Definir los diferentes tipos de fallas que se pueden encontrar en los pavimentos flexibles.
- ✓ Detallar las patologías presentes en los pavimentos que se encuentran en servicio.
- ✓ Precisar sobre los equipos utilizados para la identificación y el control de anomalías en los pavimentos.
- ✓ Clasificar las fallas según su apariencia y determinar los factores que las causan.
- ✓ Especificar el proceso de evolución de dichas patologías visibles en la capa de rodadura.

Conclusiones:

La importancia que se da en la ingeniería a los daños que por diferentes motivos son ocasionados a sus estructuras radica principalmente en el poder clasificarlos y tener una relación con lo cual consiga una herramienta que le permita dictaminarlos con más precisión y objetividad.

Es por esto que en este documento se ha desglosado brevemente pero de manera técnica y objetiva las variedades de fallas que podemos encontrar en nuestras estructuras de pavimentos flexibles en servicio las cuales se hacen notorias en la capa de rodadura y generan incomodidad y en casos en los que no se tiene el adecuado manejo, se generan problemas de seguridad para los usuarios. Brindando así un panorama generalizado pero de gran utilidad para todos aquellos que están en busca de respuestas ante las problemáticas a que se enfrentan en lo cotidiano referente a este tema.

Es así como a lo largo de la variedad temática que se trata en este trabajo se da a conocer es aspecto técnico y se ilustra a través de sus respectivas imágenes como se visualizan en la realidad cada patología, sus comienzos y como se van manifestando a medida que se van desarrollando en el pavimento.

Figura_1 Fisuras De Los Pavimentos Flexibles.



Fuente: UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

CONSEJO DE DIRECTORES DE CARRETERAS DE IBERIA E IBEROAMÉRICA ⁽²⁾, Volumen 11 _ M5.1. CATÁLOGO DE DETERIOROS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES. CHILE 2002. p.26

Es el presente trabajo hace referencia a los defectos que presenta un pavimento y que disminuyen la comodidad del usuario o la vida de servicio de esa estructura, frecuentemente corresponde a defectos constructivos y difícilmente pueden clasificarse como deterioros.

Sin embargo, atendiendo al hecho de que habrán de ser corregidos mediante labores de mantenimiento o conservación como es el caso de las juntas mal acabadas, en el presente catálogo se hace incluido como deterioros. Adicionalmente puede argumentarse que y tales defectos pueden sufrir un deterioro gradual con el paso de los vehículos y convertirse así en verdaderos deterioros del pavimento.

En la literatura especializada de pavimentos, los fines didáctico perseverantes orienta el orden de los deterioro atendiendo a su causa y origen.

El interés del presente Catálogo se orienta a las evaluaciones con miras a los trabajos de conservación, rehabilitación o reconstrucción.

Los deterioros dentro de las tres grandes categorías se agrupan a su vez en la sub categorías de:

Desprendimientos.

Alisamientos.

Exposición de agregados.

Deformaciones.

Agrietamientos.

De esta manera se tratan 15 deterioros, cada uno en una ficha técnica individual que se considera incluyen los propuestos por España, Chile, Nicaragua y México

A. Deterioros de la superficie:

A.1 Desprendimientos:

- a) Perdida de agregados.
- b) Perdidas de la capa estructural
- c) Perdidas de la base.

Ficha: 1 Perdida De Agregados.

DETERIORO:	2. DETERIOROS DE LA SUPERFICIE 2.1 Desprendimientos. a) Pérdida de agregados (calaveras o surcos)	
DESCRIPCION	Desprendimiento de agregados pétreos en superficie	
	De tratamientos superficiales: Pérdida parcial del agregado dejando expuestas áreas aisladas de la capa de apoyo.	De capas asfálticas: Pérdida en la superficie de los agregados de capas asfálticas con espesor mayor que 5 cm.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACIÓN	Proporción del área afectada respecto al área total, en tramos de 100 m, por banda de circulación.	
	LIGERO	LIGERO < 5 %
	MEDIO	5% < MEDIO < 30 %
	FUERTE	30% < FUERTE
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCION	LIGERO	Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario.
	MEDIO	Nuevo tratamiento superficial en mantenimiento periódico.
	FUERTE	Sobrecapa asfáltica > 5 cm
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Esparcido irregular del ligante (asfalto) • Ligante inadecuado. • Agregado pétreo (árido) inadecuado por falta de adherencia (afinidad) en el ligante (asfalto). • Agregado sucio, con polvo adherido. • Lluvia durante el esparcido o antes del fraguado del ligante (asfalto). 	

Nota: Se considera como área afectada a la suma de las áreas de los rectángulos que circunscriben a cada una de las áreas con deterioro.

Fuente : Catálogo De Deterioros De Pavimentos Flexibles. Chile 2002

A.2 Alisamiento

a) Exudación del ligante

b) Desgaste de áridos.

Ficha: 2 Exudación Del Asfalto

CATALOGO DE DETERIOROS

DETERIORO:	2. DETERIOROS DE LA SUPERFICIE 2.2 Alisamientos a) Exudación de asfalto (llorado)	
DESCRIPCION	Presencia de asfalto sin agregado (árido) en la superficie	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Proporción del área afectada respecto al área total en tramos de 100 m, por banda de circulación.	
	LIGERO < 10 %	
	10 % < MEDIO < 50 %	
	50 % < FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCION	LIGERO:	Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario
	MEDIO: FUERTE:	<ul style="list-style-type: none"> Fresado superficial < 1 cm de inmediato. Colocación de nueva capa de rodadura.
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> Exceso de ligante (asfalto) en la dosificación Uso de ligante (asfalto) muy blando Derrame de solventes 	

Nota: Se considera como área afectada a la suma de las áreas de los rectángulos que circunscriben a cada una de las áreas con deterioro.

Fuente: Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles. Chile 2002.

A.3 Exposición de agregados.

Ficha: 3 Exposición de Agregados

CATALOGO DE DETERIOROS

DETERIORO:	2. DETERIOROS DE LA SUPERFICIE 2.2 Exposición de agregados	
DESCRIPCION	Presencia de agregados parcialmente expuestos fuera del mortero ligante (asfalto) – arena.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Proporción del área afectada respecto al área total en tramos de 100 m. por banda de circulación.	
	LIGERO < 20 %	
	20 % < MEDIO < 50 %	
	50 % < FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCION	LIGERO:	No requiere intervención
	MEDIO:	Nueva capa de rodadura en áreas afectadas
	FUERTE:	Nueva capa de rodadura al siguiente año en mantenimiento periódico en todo el tramo.
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de agregados (áridos) con tamaño inadecuado y distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas. • Circulación de llantas con clavos. • Segregación de los agregados (áridos) durante su manejo en obra. 	

Nota: Se considera como área afectada a la suma de las áreas de los rectángulos que circunscriben a cada una de las áreas con deterioro.


Fuente : Catálogo De Deterioros De Pavimentos Flexibles. Chile 2002

B. Deterioros de la estructura

B.1 deformaciones:

- a) Roderas.
- b) Canalizaciones.
- c) Baches profundos.
- d) Ondulaciones.

Ficha: 4 Rodadera


DETERIORO:	3. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA 3.1 Deformaciones a) Roderas	
DESCRIPCION	Deformación del perfil transversal por hundimiento a lo largo de las rodadas, con la aparición de cordones laterales a cada lado de la rodera.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Profundidad máxima de la rodera, medida a partir de una regla colocada transversalmente cada 100 m o más.	
	LIGERO < 2 cm	
	2 cm < MEDIO < 4 cm	
	4 cm < FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCION	LIGERO:	Aisladamente rellenar la rodera en mantenimiento rutinario.
	MEDIO:	Rellenar la rodera en forma continua en mantenimiento rutinario.
	FUERTE:	Fresar la capa de rodadura (carpeta) y sustituirla en la banda de circulación afectada.
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de ligantes (asfalto) blandos. • Dosificación del ligante (asfalto) en exceso. • Uso de áridos (agregados) redondeados. • Compactación o calidad deficiente de la base. 	

Fuente Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles. Chile 2002

B.2 Agrietamientos.

- a) Grieta longitudinal
- b) Grieta transversal
- c) Fisuras, solas reticulares
- d) Piel de cocodrilo.

Ficha: 5 Grieta Transversal


DETERIORO:	3. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA 3.2 Agrietamientos b) Grietas transversales	
DESCRIPCION	Rotura transversal sensiblemente perpendicular al eje de la carretera, con abertura mayor de 3 mm.	
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL		
EVALUACION	Número de grietas por tramos de 100 m.	
	LIGERO < 2 grietas	
	2 grietas < MEDIO < 15 grietas	
	15 grietas < FUERTE	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCION	LIGERO:	Reparación en mantenimiento rutinario, calafateándolas.
	MEDIO:	
	FUERTE:	Sustitución de la capa de rodadura (carpeta) o recapeado (rencarpetado) con espesor suficiente.
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Juntas transversales de construcción inadecuadamente trabajadas. • Gradiente térmico superior a 30° C. • Uso de ligantes (asfaltos) muy duros. • Reflejo de grietas en bases rígidas (losas de hormigón o bases estabilizadas). 	

Fuente: Catálogo De Deterioros De Pavimentos Flexibles. Chile 2002

C. Deterioros por Defectos Constructivos.

Ficha: 6 Deterioro Por Defecto Constructivo

CATALOGO DE DETERIOROS

DETERIORO:	4. DETERIOROS POR DEFECTOS CONSTRUCTIVOS
DESCRIPCION	Deterioros que se producen por defectos en la construcción de instalaciones bajo los pavimentos. Siguen un patrón bien definido en concordancia con la instalación. Se muestran como hundimientos localizados, grietas longitudinales o transversales, etc.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
EVALUACION	Aplica el criterio según el tipo de deterioro
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCION	Aplica lo correspondiente al tipo de deterioro y su categoría.
CAUSAS COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Inadecuado relleno de zanjas abiertas para colocar instalaciones o equipamientos. • Inadecuada estructura del pavimento sobre relleno de zanjas. • Materiales inadecuados en el relleno de zanja y en el pavimento sobre él.

Fuente : Catálogo De Deterioros De Pavimentos Flexibles. Chile 2002

CARLOS W. _ CHRISTIAN M. ⁽³⁾ Realiza un trabajo de investigación titulado: COMPARACIÓN DE DISEÑOS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES NUEVOS SEGÚN EL MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 93, LA NORMATIVA CHILENA VIGENTE Y LA GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS EMPÍRICO-MECANÍSTICA NCHRP 1-37^a – CHILE 2007

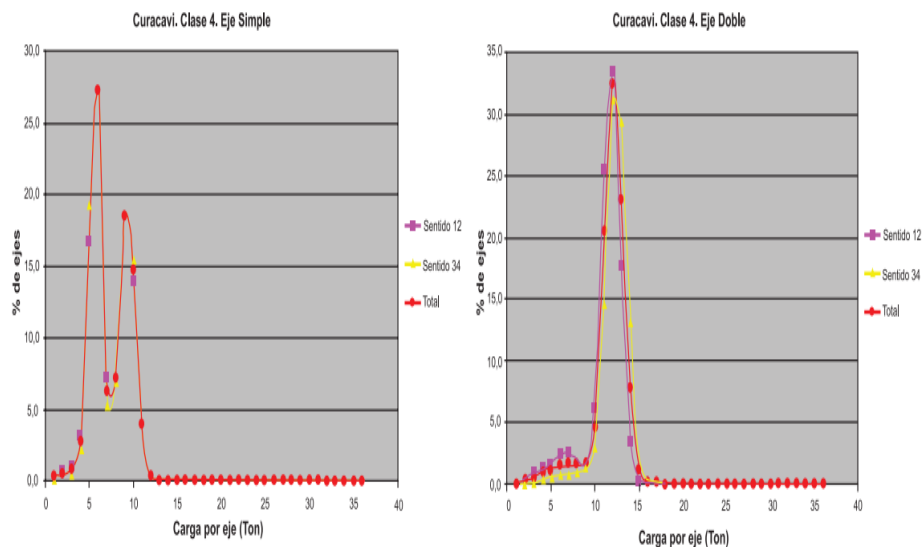
Se presenta una comparación de diseños de pavimentos flexibles nuevos según el método de diseño AASHTO 93, la normativa vigente en Chile y la Guía de Diseño de Pavimentos Empírico-Mecanística NCHRP 1-37A. Ésta, a su vez, se realiza para pavimentos situados en la Región de Valparaíso, Chile. En la guía de diseño del proyecto NCHRP 1-37A se introduce un nuevo concepto en cuanto a los datos de tránsito se refiere: el espectro normalizado de carga por eje en reemplazo de los ejes equivalentes. Para obtener esta nueva variable se aplica la metodología propuesta en la guía utilizando la información de plazas fijas de pesaje localizadas en la Región Metropolitana. La variable asociada al clima se incorpora al diseño mediante la utilización de una estación climática que se ajusta a la región en estudio, creada a partir de datos de temperatura, velocidad del viento, nubosidad, precipitación y humedad relativa. Con respecto a la estructuración del pavimento se escogen diseños que cumplen con las especificaciones nacionales y a partir de las propiedades de las mezclas asfálticas se desarrollan Curvas Maestras, según el Nivel 2 de la guía de diseño norteamericana. Para la caracterización de éstas se emplean seis ligantes asfálticos CA 60/80 de las principales industrias

asfalteras del país y cinco diseños de mezclas asfálticas empleadas actualmente.

Conclusiones:

A partir de los resultados obtenidos por los tres programas puede comentarse, como resumen, que la estructuración no varía sustancialmente, existiendo sí una diferencia en los diseños basados en los programas AASHTO 93 y PAVIVIAL: éstos no predicen el comportamiento en cuanto a los deterioros se refiere, contrastando con las predicciones obtenidas mediante la guía norteamericana, sin embargo, cabe destacar que, en el empleo del procedimiento empíricomecanicista, los modelos de deterioro no han sido calibrados para la realidad nacional, lo cual incide en los resultados obtenidos en este estudio

Figura_2 Espectros De Vehículos Clase 4, Ejes Simples Y Dobles Del Punto De Control Curacaví



Fuente: AASHTO 93

RAFAEL H. _ JOSÉ F. _ JOSÉ B.⁽⁴⁾. Llevan a cabo una investigación titulada: MANUAL DE MANTENIMIENTO EN VÍAS URBANAS, UTILIZANDO MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, TIBIA Y EN FRÍO. EL SALVADOR - 2012.

Objetivo General:

Elaborar un manual de mantenimiento de pavimentos flexibles en vías urbanas, utilizando mezcla asfáltica en caliente, tibia y en frío.

Alcances:

El manual estará enfocado específicamente en el mantenimiento de vías urbanas construidas con mezclas asfálticas, a través de la reparación de deterioros utilizando mezcla asfáltica en caliente, tibia o en frío.

Con este manual se pretende brindar información al estudiante o al profesional especializado en el área de carreteras sobre los materiales que se deben de utilizar en el mantenimiento de vías urbanas construidas con mezcla asfáltica.

Este manual busca ser una guía para que el personal encargado del mantenimiento vial conozca el material, equipo y proceso constructivo adecuado, para que luego realice los trabajos de mantenimiento.

Con este manual de mantenimiento de vías urbanas, se busca ser una guía para las instituciones encargadas del mantenimiento de vías hechas de

mezcla asfáltica y evitar así altos costos de operación (para usuarios), y de mantenimiento (para las instituciones encargadas del mantenimiento).

En base a los procedimientos y procesos constructivos utilizados por las instituciones encargadas del mantenimiento vial en nuestro país, se procederá a analizar, conforme a la bibliografía consultada, si el procedimiento y procesos empleados son los adecuados, para posteriormente elaborar el manual que contenga la metodología adecuada.

Conclusiones:

Las diversas instituciones que se encargan del mantenimiento vial en nuestro país, realizan algunas de las actividades de mantenimiento en las que se observan algunas deficiencias en materiales, equipos y procesos constructivos.

En el mantenimiento vial el constructor es el encargado de su propio control de calidad y la supervisión es la que se encarga del aseguramiento de la calidad con la que los constructores ejecutan las obras.

Toda actividad de mantenimiento vial debe poseer una adecuada señalización, la cual permita prevenir accidentes, tanto a los usuarios de la vía como al personal que ejecuta los trabajos de mantenimiento.

Las normas utilizadas en El Salvador, todas tienen como fuente principal las normas ASTM y AASHTO; y no se cuenta con normas

nacionales que tomen como base los variables (clima, cargas de tránsito, condiciones del suelo, etc.) propias del país.

El proceso constructivo del mantenimiento vial con mezclas asfálticas tibias es similar al que se realiza con mezclas asfálticas calientes con la diferencia que las temperaturas de elaboración, colocación y compactación son menores en las mezclas asfálticas tibias.

Las mezclas asfálticas tibias en nuestro país únicamente se han utilizado en tramos de prueba y no se ha masificado su uso por lo tanto actualmente no es empleada en el mantenimiento de vías.

JIMMY C., ⁽⁵⁾, PROPUESTA A METODOLOGÍA
COMPLEMENTARIA A LOS DISEÑOS DE PAVIMENTOS SEGÚN
AASHTO 93. ECUADOR- 2014

La metodología AASHTO-93 para el diseño convencional de pavimentos flexibles se fundamenta en la idea de encontrar los espesores óptimos para número de capas seleccionados con los materiales seleccionados para poder resistir un número total de pasadas de ejes equivalentes (ESAL) durante el período de diseño tomando en cuenta que los distintos criterios de falla se encuentren dentro de los límites permisibles. En el Ecuador comúnmente se diseña bajo esta metodología empírica ya que destaca por su sencillez de aplicación y confiabilidad en el diseño; sin embargo generalmente no se toman en cuenta criterios adicionales para el afinamiento del diseño como son la intervención de la temperatura en el variabilidad de la resistencia de la capa asfáltica a través del tiempo o los distintos volúmenes de tráfico alrededor del día entre otros. En este trabajo se analiza un complemento del diseño AASHTO 93 que permitirán analizar daños en el pavimento utilizando ecuaciones de comportamiento y considerando las temperaturas existentes en las distintas regiones del país.

Análisis de resultados para metodologías complementarias.

Para demostrar que la aplicación tiene una buena aproximación con relación a los resultados expuestos con un programa de análisis elástico (BISAR3) se presenta los siguientes resultados.

Tabla_1 Metodo Odemark_Boussinesq y Método elástico (BISAR3)

Método Odemark-Boussinesq (espesores equivalentes)

MESES	Temp. Media Aire (°C)	Temp. Media Pav (°C)	Eac (MPa) I.A.	Def. Unit. ϵ_x	Nfi	% dist. Mensual	ni	Dri
Enero	27.4	35.2	2,338	-0.000264	1,291,668	8.3	416,678	0.3226
Febrero	27.5	35.4	2,338	-0.000264	1,291,668	8.3	416,678	0.3226
Marzo	27.9	35.8	2,243	-0.000270	1,250,555	8.3	416,678	0.3332
Abril	28.2	36.2	2,243	-0.000270	1,250,555	8.3	416,678	0.3332
Mayo	27.4	35.2	2,338	-0.000264	1,291,668	8.3	416,678	0.3226
Junio	25.7	33.2	2,540	-0.000254	1,380,229	8.3	416,678	0.3019
Julio	25.5	33.0	2,540	-0.000254	1,380,229	8.3	416,678	0.3019
Agosto	24.7	32.1	2,648	-0.000248	1,427,886	8.3	416,678	0.2918
Septiembre	25.0	32.4	2,648	-0.000248	1,427,886	8.3	416,678	0.2918
Octubre	25.5	33.0	2,540	-0.000254	1,380,229	8.3	416,678	0.3019
Noviembre	25.6	33.1	2,540	-0.000254	1,380,229	8.3	416,678	0.3019
Diciembre	25.8	33.4	2,540	-0.000254	1,380,229	8.3	416,678	0.3019
	Referencia					100	Dr	3.7272

Método elástico (BISAR3)

MESES	Temp. Media Aire (°C)	Temp. Media Pav (°C)	Eac (MPa) I.A.	Def. Unit. ϵ_x	Nfi	% dist. Mensual	ni	Dri
Enero	27.4	35.2	2,338	-0.000264	1,297,164	8.3	416,678	0.3212
Febrero	27.5	35.4	2,338	-0.000264	1,297,164	8.3	416,678	0.3212
Marzo	27.9	35.8	2,243	-0.000269	1,263,428	8.3	416,678	0.3298
Abril	28.2	36.2	2,243	-0.000269	1,263,428	8.3	416,678	0.3298
Mayo	27.4	35.2	2,338	-0.000264	1,297,164	8.3	416,678	0.3212
Junio	25.7	33.2	2,540	-0.000254	1,372,277	8.3	416,678	0.3036
Julio	25.5	33.0	2,540	-0.000254	1,372,277	8.3	416,678	0.3036
Agosto	24.7	32.1	2,648	-0.000249	1,414,117	8.3	416,678	0.2947
Septiembre	25.0	32.4	2,648	-0.000249	1,414,117	8.3	416,678	0.2947
Octubre	25.5	33.0	2,540	-0.000254	1,372,277	8.3	416,678	0.3036
Noviembre	25.6	33.1	2,540	-0.000254	1,372,277	8.3	416,678	0.3036
Diciembre	25.8	33.4	2,540	-0.000254	1,372,277	8.3	416,678	0.3036
	Referencia					100	Dr	3.7308

Fuente: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3131/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-100.pdf>.

3.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.

Antony V. ⁽⁶⁾. Realiza un trabajo de investigación titulado: EVALUACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGÍA PCI TRAMO QUICHUAY -INGENIO DEL KM 0+000 AL KM 1+000 2014. PERÚ-2015.

En este trabajo se presenta la aplicación de una metodología de inspección visual de calificación de estado del pavimento. Esta es la Metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento) quizás la más recomendada por su objetividad, un kilómetro de carretera ha sido estudiado a detalle con dicha metodología para calificar el estado de la vía. De acuerdo al análisis podemos determinar el estado real del pavimento, las fallas más perjudiciales para dicho estado y teniendo el valor del PCI es posible determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación (M&R) menos costoso y más eficiente, con eso el pavimento lograría un buen estado, para brindar comodidad y seguridad a los usuarios que es su principal función.

Conclusiones:

Se inspeccionaron un total de 28 unidades de muestra y los resultados expresados en porcentajes son: El 36% de las unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento malo (PCI entre 25 y 40); el 32% de unidades presentan un estado regular de pavimento

(PCI entre 40 y 55); un 25% se encuentra en estado muy malo (PCI entre 10 y 25) y un 7% de unidades en buen estado (PCI entre 55 y 70). Tomando todas las unidades de muestra calculamos el PCI promedio del Km 0+000 al Km 1 +000 del tramo Quichuay-Ingenio, resultado igual a 35 y según la escala del índice, los 1 000 m se encuentra en un estado malo, este resultado nos ayudara a determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación que se aplicara a dicho pavimento.

Según la incidencia de fallas por densidad (porcentaje de área de fallas en comparación del área de la unidad de muestras), las fallas con mayores áreas son las fallas funcionales con 63%. Dentro de las fallas funcionales la que más área abarca es la peladura por intemperismo con un área total de 931.5 m² que representa el 14.44% del área total de los 1000 metros. La segunda falla con más incidencia dentro de todas fue la corrugación con un área total de 517.5 m² que es 8.02% del área total.

Según la incidencia de daños determinado por el valor deducido (VD), las fallas estructurales fueron las más incidentes con un 79%, dentro de estas fallas las que más daño causan al pavimento son los baches, como ya se dijo los baches son Pág. 132 fallas estructurales originadas por el mal estado del paquete estructural debido a varios factores, estos baches debido a los niveles altos de severidad y áreas considerables fueron los más determinantes para el resultado de

pavimento en estado malo. Por lo tanto podemos decir que el mal estado estructural del pavimento perjudica considerablemente el estado funcional del mismo.

Las fallas superficiales o funcionales representan un 21% un valor bajo en comparación a las fallas estructurales 79%, estas fallas que como ya vimos son las que abarcan mayor área, entonces podemos decir que los daños producidos por las fallas funcionales no lo determina una área considerable sino que para que produzca un daño importante debe ser una falla de nivel de severidad alta.

KATIA H. ⁽⁷⁾. Realizo un trabajo de investigación titulado: ANÁLISIS SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN DE PUNO. PERÚ - 2015

El presente estudio define un diagnóstico detallado de los daños sufridos por varios proyectos de pavimentos flexibles en la región de Puno, fue necesario realizar una inspección minuciosa de las vías a evaluar, en la que se evidencia deterioros en la superficie de rodadura de nivel de severidad baja, media y alta en algunos casos, lo que justifico elaborar la identificación, clasificación y monitoreo de las fallas superficiales encontradas. La mayoría de las carreteras mantenidas y rehabilitadas, se han deteriorado prematuramente disminuyendo la condición y el nivel de serviciabilidad del pavimento, demandando trabajos correctivos y complementarios antes de lo

previsto. Las causas están referidas al tráfico proyectado de forma inadecuada, mala valoración de la sub-rasante, condiciones de drenaje, condiciones ambientales no consideradas, entre otras. La región Puno, cuenta con variedad de diseños en pavimentos flexibles, que en su mayoría no han cumplido con el ciclo de vida para el cual fueron diseñados. Por ello es importante la conservación a través de mantenimiento rutinario, periódico y/o rehabilitación de las vías, que permitirán brindar a los usuarios seguridad, comodidad y menor tiempo de transporte. De esta manera se logrará mejorar notablemente el nivel de servicio de las vías.

Conclusiones

1.- Las fallas superficiales encontradas en la zona de estudio de mayor incidencia son las fisuras longitudinales y transversales, seguidas de ahuellamientos, desgaste superficial y otras; estas se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto. Por ello realizar una adecuada evaluación de la vía es indispensable para determinar el tipo de mantenimiento a emplear, factor que nos ayuda a la conservación vial de manera adecuada.

2.- De las fallas superficiales de la zona de estudio se puede concluir que generalmente presentan un nivel de severidad bajo, la primordial causa de deterioro es el insuficiente mantenimiento de las vías.

3.- Con los tratamientos de conservación vial sugeridos en el presente estudio se logra reparar el daño de forma puntual y precisa mejorando el nivel de serviciabilidad. Si en un determinado tipo de falla no se realiza la actividad de conservación adecuada no se logrará disminuir de manera óptima el daño.

4.- El mantenimiento permanente de las infraestructuras viales ayuda a la conservación de las vías, reflejándose en comodidad y tiempo de transporte.

5.- Se puede concluir con la investigación, de la identificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles, que existe una gran variedad de fallas, las cuales ayudarán a los ingenieros viales como guía de inspección vial.

NÉSTOR H. ⁽⁸⁾, Realiza Un Trabajo De Investigación Titulado: LA DEFORMACIÓN PERMANENTE EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS Y EL CONSECUENTE DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN EL PERÚ. PERÚ- 2011

En los últimos 17 años el Perú ha impulsado una política favorable para la Construcción de Obras Viales a lo largo y ancho del territorio, habiéndose ejecutado más de 15,000 kilómetros de carreteras con pavimentos asfálticos, según reportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La dinámica se manifiesta en obras importantes como las carreteras interoceánicas que atraviesan transversalmente el territorio peruano por el norte, centro y sur. La Interoceánica Sur, parte de límites con Brasil terminando en puertos marítimos del Océano Pacífico; interconectando de esta manera pueblos del Perú y permitiendo que Brasil tenga salida al mar hacia los mercados orientales.

Ante esta realidad existe la imperiosa necesidad de mejorar la tecnología de los pavimentos asfálticos en el Perú a fin que estos logren alcanzar la vida útil para la que fueron diseñados. El presente trabajo de investigación bibliográfica se refiere a la deformación permanente que es una de las fallas del deterioro prematuro; es necesario conocer a mayor profundidad a fin de tomar las previsiones del caso desde la elaboración de los proyectos y la posterior ejecución de las obras.

El estudio presenta el concepto de la deformación permanente y las diferentes formas que se presenta en las capas del pavimento e inclusive a nivel de subrasante, originando tanto fallas funcionales como estructurales; profundizando además sobre el conocimiento del cemento asfáltico y básicamente sobre su comportamiento reológico que nos permita utilizarlo mejor como parte constituyente de las mezclas asfálticas. Asimismo se considera la necesidad de la elección y buen manejo de los agregados en cuanto a su gradación, forma, resistencia, etc., ya que influyen en forma determinante para la deformación permanente.

Finalmente, se determina la necesidad que en el Perú se cuente con equipos de laboratorio y de campo que permitan realizar ensayos para manejar mejor la deformación permanente. Se presentan los ensayos y equipos especializados que se utilizan en otros países en la espera de contar con alguno de ellos en el Perú; concluyéndose sobre la necesidad de efectuar estudios más profundos para el uso de los cementos asfálticos en acuerdo a la geografía y climas de las regiones del Perú; asimismo respecto a los parámetros volumétricos en el diseño de la mezcla asfáltica y la utilización de los agregados, destacándose además la importancia de los procesos constructivos que eviten fallas por deformación permanente.

Conclusión:

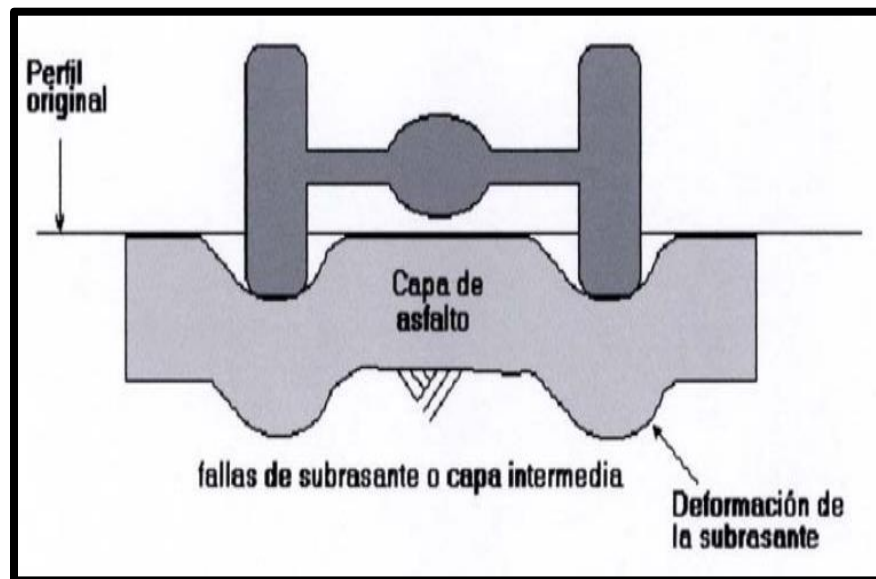
1._ Como estas fallas son la acumulación de pequeñas deformaciones permanentes, es necesario incrementar la resistencia de las mezclas no sólo utilizando cemento asfáltico más viscoso, sino un tipo de asfalto que se comporte más como un sólido elástico a altas temperaturas del pavimento y así tenga una mejor recuperación elástica que evite la acumulación de deformaciones plásticas permanentes. Así, cuando se aplique la carga, el cemento asfáltico actuará como una banda elástica recuperando su posición original luego del paso de la carga en lugar de deformarse.

2._ Cuando se evalúan las causas de deformación permanente, las propiedades volumétricas de la mezcla asfálticas tienen un rol

fundamental. Dentro de los parámetros volumétricos, en ocasiones se recomienda disminuir el contenido de asfalto de las mezclas, mediante el manejo de la granulometría del agregado y valores bajos en el contenido de vacíos.

El contenido de vacíos de aire influye en la deformación permanente, ya que un porcentaje alto de contenido de vacíos puede implicar una deficiente compactación de la carpeta asfáltica y por lo tanto la posibilidad que se presenten fallas de asentamiento o ahuellamiento de tipo estructural pudiendo ser el resultado de un mal proceso constructivo; por otro lado un bajo contenido de vacíos pueden generar exudación del cemento asfáltico en zonas de altas temperaturas ocasionando el desplazamiento de la mezcla asfáltica en la parte superior de la carpeta, pudiendo luego producirse ahuellamiento por deformación plástica.

Figura_3 Esquema de deformación



Fuente:

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3334/34065->

3.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.

EDGAR R. ⁽⁹⁾. Realiza un trabajo de investigación titulado: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LUIS MONTERO, DISTRITO DE CASTILLA-PIURA. PERÚ-2009

La presente tesis tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Mil doscientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía.

La tesis se ha dividido en cinco capítulos. El primero es el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y se explica la - 11 - problemática que se vive en Piura. El segundo capítulo trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles.

En el tercero, se explica el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. En el capítulo cuatro, se describe la zona de estudio y se detalla el procedimiento de inspección realizado.

En el último capítulo se presentan las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada.

Se concluye:

Que la Av. Luis Montero tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49. Esta condición del pavimento se debe gracias a las obras de reparación realizadas el año 2008 que han aminorado la formación de fallas estructurales, dañinas para el pavimento. La mayoría de fallas fueron fallas de tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de vehículos, no es necesario disminuir la velocidad libre y no son percibidas por el conductor, pues no causan daños estructurales. Finalmente, aunque no es objetivo de la tesis, se han recomendado algunas técnicas de reparación, de acuerdo a las fallas detectadas, para restituir la carretera a su estado original.

Figura_4 Exudación



Fuente.

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf?sequence=1

KARLA G. ⁽¹⁰⁾, Realiza un trabajo de investigación titulado: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN APLICADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LAS PALMERAS DE PIURA. PERÚ - 2009

El resultado de este trabajo es la aplicación del índice de condición del pavimento (PCI) a un tramo de vía en la ciudad de Piura, experiencia que puede servir como ejemplo de aplicación del procedimiento de inspección ASTM D6433 en nuestro medio y como referencia para los gobiernos locales. El trabajo está dividido en cuatro partes, en la primera parte se da una visión general del problema y una descripción de la vía en la que se basa el presente estudio. En la segunda parte se presentan los conceptos del método de medición del PCI y su correcta aplicación. En la tercera parte se presentan los resultados y el análisis de la vía. En la cuarta parte se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente estudio. Los resultados de este trabajo llevan a concluir que gran parte de la Av. Las Palmeras se encuentran en mal estado y es probable que no tenga vida residual. Sin embargo existen otros tramos en buen y regular estado, lo que permite su conservación a través de mantenimiento rutinario, periódico y/o rehabilitación.

Figura_5 Ubicación de Avenida Las Palmas



Fuente: KARLA G

3.2. BASE TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.1. LOS PAVIMENTOS.

Rodríguez ⁽¹¹⁾ Según la Norma por **AASHTO**, Se dan dos puntos de vista para la definición un pavimento: la definición técnica de la Ingeniería y la del usuario.

- a) De acuerdo a la Ingeniería., el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo.
- b) Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

Facultad de Ingeniería Universidad de buenos Aires.⁽¹¹⁾- Hace referencia a, la principal función de un pavimento es atribuir con una superficie de rodamiento apropiada al tránsito, y distribuir las cargas aplicadas por el mismo, sin que se sobrepasen las tensiones admisibles de las distintas capas de la estructura del pavimento y de los suelos de fundación llamada también sub-rasante.

Componentes estructurales del pavimento

Los pavimentos están formados por capas de resistencia decreciente con la profundidad. Generalmente se componen de:

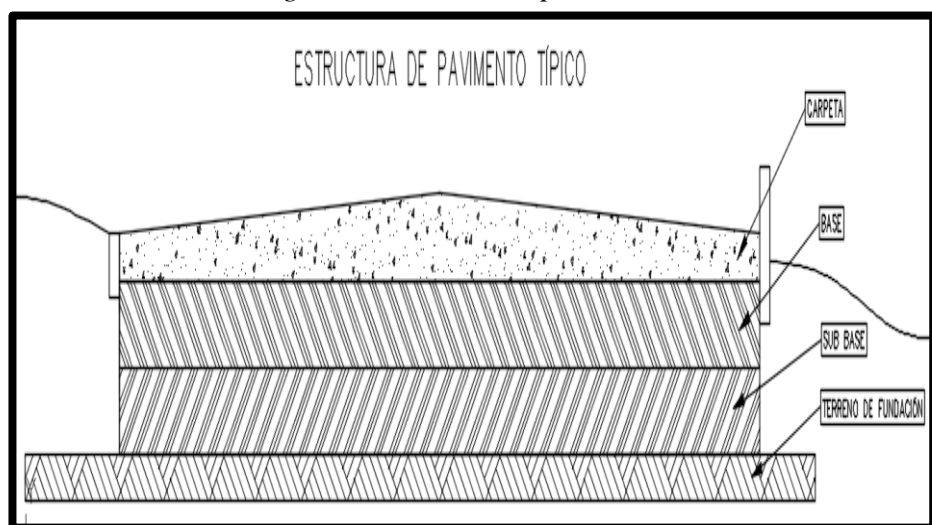
Carpeta de rodamiento – que puede ser de asfáltica o de hormigón. Base y Subbase apoyado todo este conjunto sobre la subrasante. En algunos casos, dependiendo del terreno de fundación, pueden obviarse algunas de estas capas.

La función de cada una de las capas del pavimento es doble:

Distribuir las tensiones provenientes de la parte superior reduciéndolas hasta valores admisibles para las capas inferiores.

Ser suficientemente resistentes por sí mismas para soportar, sin deformaciones permanentes, las cargas a las cuales están sujetas.

Figura_6 Sección Típica De Pavimento



Fuente: Propia

Tipos De Pavimento.

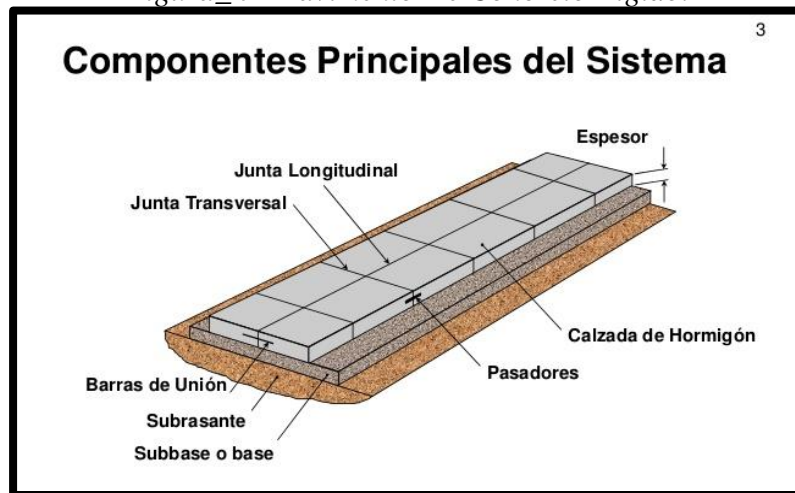
Los tipos de pavimentos más usados en nuestro territorio nacional son pavimento flexible, pavimento rígido, pavimento mixto y pavimento articulado.

3.2.1.1. PAVIMENTO RÍGIDO.

AASHTO ⁽¹²⁾ Un pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado apoyado directamente sobre una base o sub base, esta losa debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de los ejes de los vehículos dando como resultado tensiones muy bajas en las sub rasante. Por esta razón es que aquí, en este tipo de pavimento, se usa menos capas en su estructura que en un pavimento flexible, las ventajas de este tipo de pavimento es que al poseer una considerable resistencia a la flexión, como ya se dijo anteriormente, que le permite trabajar como una viga y tender un puente sobre las pequeñas irregularidades que se presentan en la base sobre la cual se apoya. Otra ventaja de este tipo de pavimento es que el tiempo de vida y / o mantenimiento es mayor en comparación a un pavimento flexible.

ACPA⁽¹³⁾ Los elementos que conforman un pavimento rígido son: subrasante, subbase y la losa de concreto. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

Figura_7 Pavimento De Concreto Rígido.



Fuente Instituto del cemento portland argentino.

3.2.1.1.1. SUBRASANTE

La subrasante: es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

3.2.1.1.2. SUBBASE

La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

3.2.1.1.3. LOSA

La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la forma de trabajar la mezcla.

3.2.1.2. PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Standard Nomenclature and Definitions for Pavement Components and Defciencies. ⁽¹⁵⁾Un pavimento flexible es una estructura que mantiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la subrasante; su estabilidad depende del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión

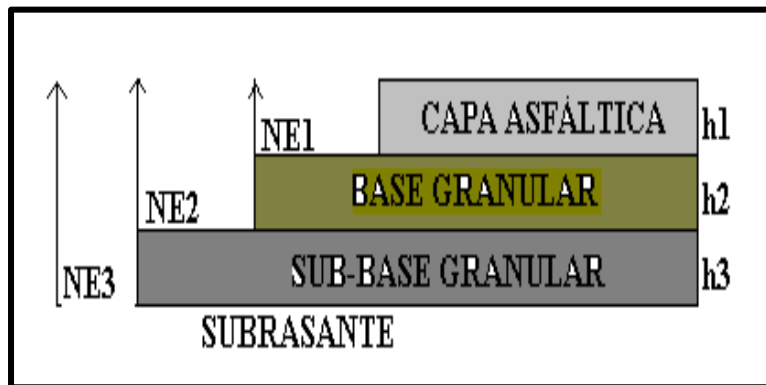
Rosa Z.⁽¹⁶⁾ Las capas de un pavimento flexible que conforman un suelo se colocan en orden descendente en capacidad de carga. La capa superior es la que mayor capacidad de soportar cargas tiene de todas las que se disponen. Por lo tanto la capa que menos carga puede soportar es la que se encuentra en la base. La durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años y normalmente suele tener una vida útil de 20 años.

Este tipo de pavimento está compuesto por una serie de capas granulares rematadas por una capa de rodamiento asfáltico de alta calidad relativamente delgada en comparación de las otras capas que componen esta carpeta. Una característica de este pavimento es que los materiales de más alta calidad estén el al superficie o cerca de ella. En algunos casos donde la carpeta asfáltica es muy gruesa o la base está compuesta de agregados mejorados con asfalto, cemento o cenizas ligeras

de óxido de calcio, estos suelen comportarse como los pavimentos rígidos.

La construcción de pavimentos flexibles se realiza a base de un conjunto estructural capas de material seleccionado. Cada una de las capas recibe cargas por encima de la capa. Cuando las supera la carga que puede sustentar traslada la carga restante a la capa inferior. De ese modo lo que se pretende es poder soportar la carga total en el conjunto de capas.

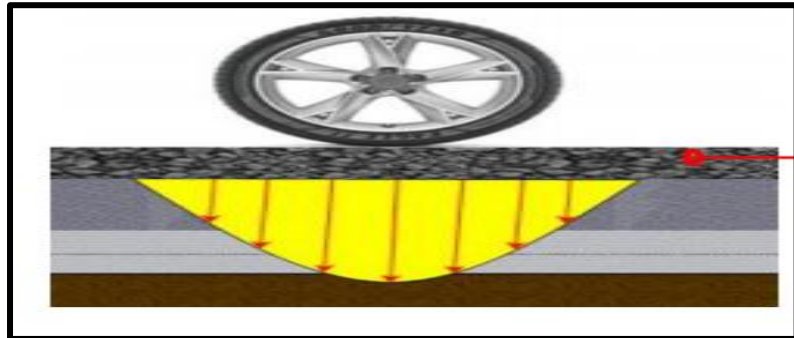
Figura_ 8 Estructura De Un Pavimento Flexible Típico.



Fuente <https://ingenieriareal.com/metodo-aashto-para-pavimento-flexible>

Estructuración de un pavimento flexible.

Figura_9 Diagrama De Trasmisión De Cargas De Un Pavimento Flexible



Fuente:

<http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/Mezclas%20Asf%C3%A1lticas.pdf>

El color amarillo en la imagen, es la forma como se transmiten las cargas hacia el resto de capas que conforman la estructura del pavimento.

Rico Del C. ⁽¹⁷⁾ Entre Las características principales que debe cumplir un pavimento flexible se encuentran las siguientes:

Resistencia estructural.

Deformación.

Durabilidad.

Costo.

Requerimiento de conservación.

Comodidad.

3.2.1.2.1. CARPETA ASFÁLTICA.

Rosa Z.⁽¹⁶⁾ , La carpeta asfáltica, es la que contiene los materiales de mejor calidad y es la más costosa. Es una capa aglomerada de agregados pétreos y asfalto, generalmente semi-cerrada o cerrada diseñada para resistir la abrasión y desintegración por efectos ambientales.

La carpeta asfáltica es la parte superior de un pavimento flexible. Es una capa de material pétreo cemento con asfalto que se coloca sobre la base.

El contenido óptimo de asfalto para una carpeta, es la cantidad de asfáltico que se necesita para formar alrededor de la partícula una membrana con un espesor suficiente para resistir los elementos del interiorismo, para que el asfalto no se oxide. El espesor no debe ser muy grande porque se pierde resistencia y estabilidad.

Se recomienda que las partículas que se utilicen tengan forma esférica, ya que las que son en forma de laja o de aguja pueden romperse muy fácilmente y afectar la granulometría.

Esta puede colocarse en frío o caliente, dependiendo la necesidad en la que se encuentre uso de la vía, Vale resaltar que la diferencia entre estos dos tipos de asfaltos es que:

Uno, es el tiempo de poder empezar a usar la vía, en frío hay que esperar 7 días en los que el producto se asienta y adhiere a la superficie y en caliente después de 3 horas.

Dos, es que el asfalto en caliente se realiza con un 5% de cemento asfáltico y un 95% de piedra. Mientras que el asfalto en frío se hace con un 10% de una emulsión catiónica para mezcla asfáltica, todo en frío, y 90% de áridos (piedra y arena).

La mezcla de asfalto en frío en general su uso es para parcheo, o siempre que la obra este a más de 100km de distancia de una fábrica que elabore la mezcla asfáltica en caliente

El asfalto en caliente se usa generalmente en obras donde el tráfico vehicular debe fluir por ella lo más pronto posible.

Su utilidad principal es la de proporcionar a la calzada las mayores propiedades de abrasión y de rodadura generada por el tráfico y a la agresión del medio ambiente a la que se encuentra expuesta, para asegurar al usuario su seguridad.

Las condiciones indispensables Serán una superficie suave, no ruidosa y continua, un ancho de la vía; el trazo

horizontal y vertical definido por el diseño geométrico para que de comodidad al tránsito vehicular sea aún en condiciones húmedas.

Compuestos De Una Carpeta Asfáltica.

A_ Cemento Asfáltico.

Jorge S.⁽¹⁸⁾. Son preparados especialmente preparados a partir del pitch asfáltico para su uso en la construcción de pavimentos asfálticos. Posee propiedades aglomerantes e impermeabilizantes. Posee características de flexibilidad, durabilidad y alta resistencia a la mayoría de los ácidos, sales y álcalis. Se clasifican de acuerdo a su Viscosidad.

Olivera⁽¹⁹⁾ Para poder mezclarlo con los materiales pétreos este debe tener una temperatura de 140°C.

El asfalto, llamado cemento asfáltico, es el último residuo de la destilación del petróleo. A temperaturas normales, es sólido y posee un color oscuro.

B_ Emulsiones Asfálticas.

Ronald M. _ Carlos B. - Jorge A.⁽²⁰⁾ ,Una emulsión asfáltica consiste de una dispersión de finas gotas de asfalto, estabilizadas en una fase acuosa, por la presencia de un agente emulsificante, obteniéndose un producto relativamente fluido. Pueden ser usadas sin adición de

calor o de solventes, además, pueden ser bombeadas, almacenadas y aplicadas a temperaturas mucho más bajas que con otro tipo de utilización del asfalto. Básicamente, una emulsión está constituida por asfalto, agua, un emulsificante, y en algunos casos, según los requerimientos, cierto tipo de aditivo.

Tipos De Carpetas Asfálticas.

1_ Carpeta Asfáltica Uno, Dos Y Tres Riego.

Sobre la base impregnada, se pone una serie de capas sucesivas de productos asfálticos y pétreos. Los materiales pétreos que se utilizan deben tener una granulometría uniforme, es decir que su gama de tamaños sea corta.

Olivera ⁽¹⁹⁾, el procedimiento para construir las es el siguiente:

Sobre la base impregnada se da un riego de productos asfáltico que se cubre con un riego del Material pétreo más grueso que se vaya a utilizar. Se pasa una compactadora de rodillo liso de 10 toneladas. Se le da un acomodo cubriendo tres veces la superficie. Por lo regular, después de hacer este procedimiento, se tiene que esperar una semana para que fragüe el producto asfáltico. Una vez que ha transcurrido la semana se necesita barrer para retirar el material que no esté adherido a la estructura.

Se puede crear carpetas de un riego en donde sólo se lleva a cabo este procedimiento una vez. Se da un riego de producto asfáltico a razón de 0.6 a 1.0 L/m², e inmediatamente se cubre con material pétreo número 3, a razón de 8 a 11 L/m². Esta carpeta es aconsejada para un tránsito inferior a los 200 vehículos por día.

Olivera ⁽¹⁹⁾, existe también las carpetas de dos riegos, donde el procedimiento se tiene que llevar a cabo dos veces. Para la primera capa se da un riego de producto asfáltico a razón de 0.6 a 1.0 L/m², el material pétreo es número 2 a razón de 8 a 12 L/m². Para construir la segunda capa, se debe esperar de 2 a 3 días el producto asfáltico se riega a razón de 0.8 a 1.1 L/m², el material pétreo es número 3 a razón de 6 a 8 L/m². Este tipo de carpeta es recomendada para un tránsito inferior a los 600 vehículos por día.

En la carpeta de tres riegos, el procedimiento se tiene que ejecutar tres veces. Para la primera capa se utilizan productos asfálticos a razón de 0.6 a 1.1 L/m², material pétreo número 1. A razón de 20 a 25 L/m². Dos o tres días después se coloca la segunda capa con producto asfáltico a razón de 1.1 a 1.4 L/m², material pétreo número 2. A razón de 8 a 12 L/m². Para la última capa se utilizan productos asfálticos a razón de 0.7 a 2.0 L/m² material

pétreo número 3. A razón de 6 A 8 L/m². Este tipo de carpetas puede resistir 1000 vehículos por día (Olivera, 1994)

Tabla_2 Especificaciones granulométricas para materiales pétreos.

Especificaciones granulométricas para materiales pétreos									
Denominación del material pétreo	Por ciento que pasa la malla								
	32.0 mm	25.4 mm	19.0 mm	12.7 mm	9.51 mm	6.35 mm	4.76 mm	2.38 mm	0.420 mm
	1 1/4 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	1/4 "	Núm. 4	Núm. 8	Núm. 40
1	100	95 mín		5 máx		0			
2			100	95 mín		5 máx		0	
3-A				100	95 mín			5 máx	0
3-B					100	95 mín		5 máx	0

Fuente Olivera (1994)

2_ Carpeta Asfáltica De Mezcla En Frio O En El Lugar.

Olivera ⁽¹⁹⁾, refiere que, la granjería de la materia pétreo utilizada debe de ser continuo. El material pétreo se mezcla a temperaturas ambiental con motoconformadoras. Generalmente se usan rebajas asfálticas o emulsiones de rompimiento medio.

Para poder construir mezclas en el lugar o en frio se tiene que hacer lo siguiente:

Se hace una exploración de la zona para elegir los bancos.

Extraer el material de los bancos.

Hacer tratamientos previos como el cribado y triturado.

Transportar el material a la obra y con motoconformadora, calcular a cantidad de productos asfáltico que se requiere.

Posteriormente, la motoconformadora mezclará el material pétreo y el asfalto poniéndolos a un lado de la corona hasta que se encuentre completamente homogenizado.

Sobre la base impregnada y barriada se da un riego de liga con rebajado asfáltico y de inmediato se extiende la mezcla.

Compactar con rodillo lisos o neumáticos con peso entre 8 y 15 toneladas. Hasta alcanzar 95% del P.V.S.M.

3_ Carpeta De Concreto Asfáltico.

Olivera ⁽¹⁹⁾ , Define a las carpetas de concreto asfáltico como Una mezcla de materiales pétreo y cemento asfáltico. Como el cemento asfáltico es sólido a temperaturas ambiente, es necesario calentarlo. Este aumento en la temperatura se tiene que hacer en planta, ya que la temperatura del cemento asfáltico necesita llegar a 140°C y la temperatura de materiales pétreos necesita llegar a 160°C.

Este tipo de carpetas, debe de ser construidos sobre bases hidráulicas o sobre bases asfálticas impregnadas. si se llegan a construir sobre base naturales como módulos de elasticidad bajos, sufrirá deformaciones ante las cargas del tránsito, la resistencia o será la deseada y su ruptura será frágil.

En las características del concreto asfáltico, las normas granulométricas son muy exigentes, ya que sólo hay una zona.-

Figura_ 10 Zona En La Que Tiene Que Permanecer El Concreto Asfaltico.



Fuente Estructura de Vías Terrestres, 1994.

3.2.1.2.2. BASE.

Fabricio V. ⁽²¹⁾ La capa que sirve de base para esta configuración debe resistir la tendencia al agrietamiento por fatiga bajo las cargas de tránsito. La principal característica de este tipo de mezcla es su alto contenido de ligante. El uso de agregado más fino puede hacer a la mezcla más resistente a la fatiga. Estas características en combinación con un apropiado espesor, proveerá la suficiente resistencia al agrietamiento proveniente del fondo de la capa.

Hasta cierto punto existe en la base una función económica análoga comparada para el de la sub base, pues permite reducir el espesor de la carpeta que viene a ser la capa más costosa. Pero la función fundamental de esta capa consiste en proporcionar un elemento resistente que trasmite a la sub base y a la sub rasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada. La base en muchos casos debe también drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta o por los acotamientos del pavimento, así como impedir la ascensión capilar.

Los materiales que la conforman deben ser de alta calidad para prevenir fallas a causa de la concentración de elevados esfuerzos debajo de la capa de rodadura.

Compactación.

El material deberá compactarse por medio de rodillos lisos vibratorio de 8 ton. Como mínimo.

La compactación debe ser uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía avanzando hacia el eje central.

Cuando el espesor de base sea mayor de 20 cm, se compacta por capas, siempre que estas no sean mayores de 20 cm, ni menores de 10 cm. Se tiene que humedecer la superficie entre capas, para una mejor adhesión y así evitar deslizamientos.

La superficie de la base terminada en ningún punto, las cotas podrán variar en más de 1.5 cm con las proyectadas, estas serán comprobadas mediante nivelaciones minuciosas.

Figura_11 Compactación De Base



Fuente Propia.

3.2.1.2.3. SUB BASE.

Fabricio V. ⁽²¹⁾, La capa intermedia o sub base, debe combinar las cualidades de estabilidad y durabilidad. La estabilidad se obtiene alcanzando el contacto piedra sobre piedra en el agregado grueso aplicando un ligante de alto grado de desempeño. La fricción interna se logra usando agregado bastante cúbico o asegurando un esqueleto rígido por medio del ensayo de vacíos en el agregado grueso.

Se coloca para absorber deformaciones perjudiciales en la subrasante, por ejemplo cambios volumétricos asociados a cambio de humedad impidiendo que se reflejen en la superficie del pavimento. También esta capa es la que actúa como drenaje para desalojar el agua que se infiltra a través de las capas superiores, y para impedir la ascensión capilar hacia la base del agua procedente del terreno natural.

Debe controlar los cambios de volumen y elasticidad puedan causar daños entre la subrasante y la capa de base.

Compactación.

El material deberá comportarse por medio de rodillos lisos vibratorios de 8 a 12 ton.

Deberá ser tendido en capas no mayores de 20 cm de espesor.

La superficie de la sub base terminada o deberá variar en ningún punto, las cotas podrán variar en más de 2 cm con las del proyecto, comprobándose mediante nivelación minuciosa.

Figura_12 Muestra De Sub Base



Fuente: Propia

3.2.1.2.4. SUBRASANTE.

Fabricio Leiva V ⁽²¹⁾, Los requerimientos de la capa de superficie de la experiencia local y de factores económicos. En la mayoría de los casos esta capa debe ser resistente a la deformación, debe ser durable y debe proveer impermeabilidad.

En la mayoría de los casos esta capa debe ser resistente a la deformación, debe ser durable y debe proveer impermeabilidad

La función principal es proporcionar soporte al pavimento, por lo que resulta indispensable evaluar las propiedades de los suelos para llevar un control de calidad adecuado.

Para compactar la capa de la subrasante el espesor de esta debe mezclarse, conformarse y compactarse en su totalidad hasta lograr la densidad máxima de laboratorio

La densidad de la capa compactada deberá ser de 95% y su cota no deberá variar en más de 2 cm.

3.2.1.2.5. TERRENO DE FUNDACIÓN.

Fabricio V. ⁽²¹⁾, Este material es de suma importancia durante el proceso de construcción y el desempeño de un pavimento perpetuo. Durante el proceso de construcción, la fundación provee de una plataforma de trabajo y soporte de las cargas impuestas por los camiones y compactadores. Durante el periodo de desempeño, la fundación soporta las cargas de tránsito, además de reducir la variabilidad de soporte por el cambio de estaciones climáticas.

3.2.1.3. PAVIMENTO ARTICULADOS.

Simón S. ⁽²²⁾, Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme elaborados entre sí. Esta puede ir ubicada sobre una capa delgada de arena, la cual a su vez, se apoya sobre una capa de base granular, o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de las magnitudes frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento.

Ventajas Del Uso Del Pavimento Articulado.

El ensambla y las juntas a corta distancia, evitan que el pavimento se deteriore, figurándose o quebrándose, por la acción de cargas accidentales y de temperaturas extremas, como así mismo por cambios en la superficie de asiento.

Resulta sencilla la demarcación o el señalamiento vial, mediante la variación de color o de textura superficial de los elementos

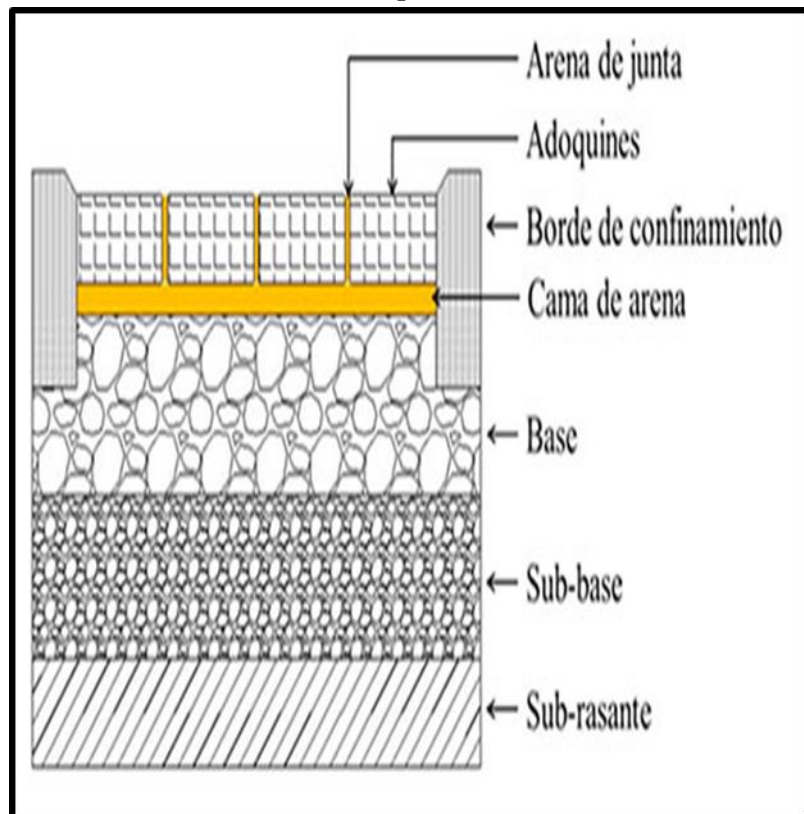
Por ser elaborados con un concreto o ladrillo de lata resistencia los adoquines presentan alta resistencia a las cargas concentradas, a la abrasión y a los agentes atmosféricos. Además, no son afectados por productos derivados del petróleo.

Fallas que puede presentar:

Pueden producirse por degradación de la base, si ésta no es la adecuada, en cuyo caso, los elementos se desnivelan o se hunden, pero no se rompen, por lo tanto, en caso de reconstrucción, el valor residual del pavimento articulado es elevado, puesto que una vez reparada o reemplazada la base, pueden volver a utilizarse los mismos elementos

Según **Simón S.** ⁽²²⁾ Los elementos que conforman el pavimento articulado son:

Figura_13 Elementos Estructurales De Un Pavimento De Adoquines.



Fuente: ASCE 2010

3.2.1.3.1. SUBRASANTE.

Deberá tener una composición homogénea, libre de materia orgánica y se compactará lo necesario para proporcionar un soporte uniforme al pavimento. A la subrasante se le darán las características geométricas especificadas para la superficie de adoquines.

3.2.1.3.2. BASE.

Se podrán utilizar bases de material granular, suelos estabilizados o concreto pobre. Las bases de material granular cumplirán con los requisitos establecidos para las bases en estas normas. Los otros tipos de bases acatarán los requisitos especificados por el diseñador de cada proyecto específico.

3.2.1.3.3. CAPA DE ARENA.

La arena que se utilice para conformar la capa sobre la que se colocarán los adoquines, estará libre de materia orgánica, mica, contaminantes y tendrá una granulometría continua tal que la totalidad de la arena pase por el tamiz ICONTEC 9.50 mm. (3/8").

3.2.1.3.4. ADOQUINES.

Son piedras o bloques labrados y de forma rectangular que se utilizan en la construcción de pavimentos. El material más utilizado para su construcción ha sido el granito, por su gran resistencia y facilidad para el tratamiento. Sus dimensiones suelen ser de 20 cm. de largo por 15 cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano.

Figura_14 Diseño De Adoquín



Fuente CORCEBLOCK

3.2.2. PATOLOGÍAS.

Una Patología en ingeniería se puede definir como la rama que estudia las lesiones o deterioros que aparecen en una estructura después de su ejecución.

En resumen una patología en construcción no es más que el "estudio de una lesión". Que afecta el nivel de servicio ya sea funcional, que afecta la seguridad y confort al tránsito vehicular, o estructural, cuando afecta la capacidad de carga, compromete la vida útil del pavimento al falla la estructural.

Figura_15 Tipos de Patologías



Fuente Propia.

Ricardo V. ⁽²²⁾ las patologías en un pavimento flexible se describen de la siguiente forma:

3.2.2.1. PIEL DE COCODRILO.

Las grietas de piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

Niveles de severidad

L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna

interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Figura_ 16 Piel De Cocodrilo



Fuente Propio.

3.2.2.2. EXUDACIÓN.

La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

Niveles de severidad.

L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos vehículos al menos durante varias semanas al año.

Figura_ 17 Exudación



Fuente ING. RODRIGO MARTINEZ.

3.2.2.3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE.

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente.

Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin

tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

Niveles de severidad.

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Figura_18 Grieta en Bloque



Fuente Propio.

3.2.2.4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO.

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.

Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).

Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling).

Niveles de severidad

L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

Figura_19 Abultamiento.



Fuente Propia

3.2.2.5. CORRUGACIÓN.

La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

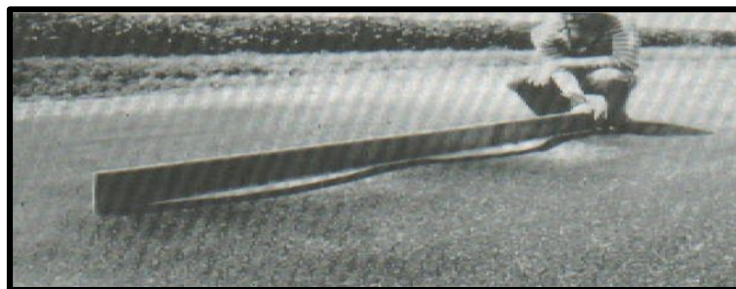
Niveles de severidad

L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Figura_ 20 Corrugación.



Fuente Pavement Condition INDEX

3.2.2.6. DEPRESIÓN.

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo.

Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.

Niveles de severidad.

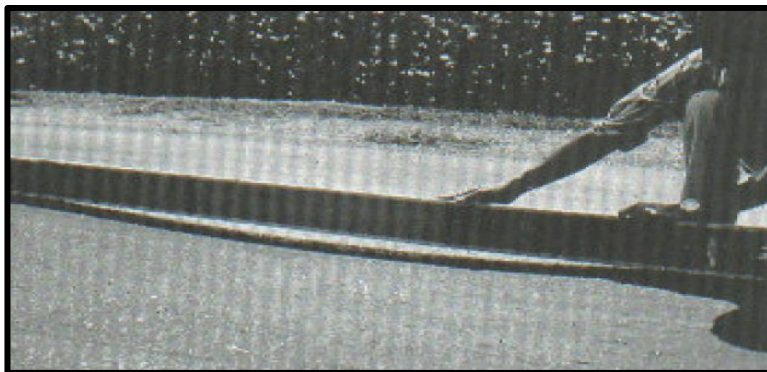
Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

Figura_ 21 Depresión.



Fuente Manual PCI

3.2.2.7. GRIETA EN BORDE.

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta.

Niveles de severidad.

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde

Figura_ 22 Grita De Borde



Fuente Manual PCI

3.2.2.8. FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTA.

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las

dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.

3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Figura_ 23 Fisura Flexión De Junta..



Fuente Manual PCI

3.2.2.9. DESNIVEL CARRIL / BERMA.

El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

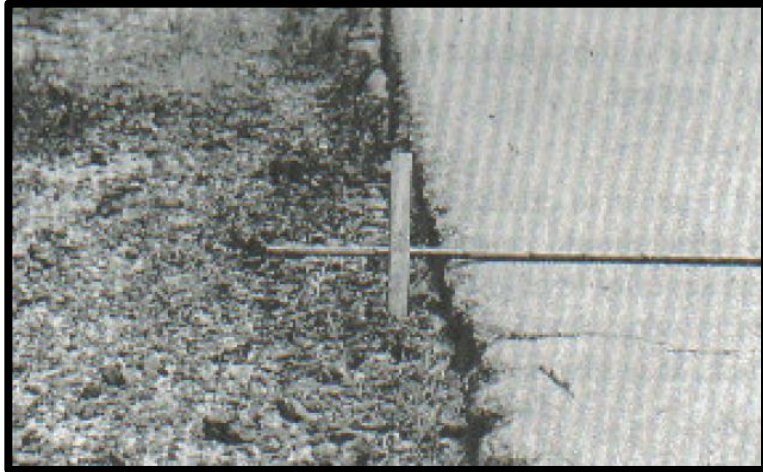
Niveles de severidad.

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Figura_ 24 Desnivel Carril.



Fuente Manual PCI

3.2.2.10. FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES.

Las fisuras longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.

3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Figura_25 Fisura Trasversal.



Fuente Propia.

3.2.2.11. PARCHES

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

Niveles de Severidad.

L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Figura_26 Parche



Fuente Propia.

3.2.2.12. PULIMIENTO DEL AGREGADO.

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimiento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

Niveles de severidad.

No se define ningún nivel de severidad.

Figura_27 Pulimiento De Agregados.



Fuente Propia.

3.2.2.13. HUECO.

Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de

alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

Niveles de severidad

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Figura_28 Hueco



Fuente Propia.

3.2.2.14. CRUCE DE VÍA FÉRREA.

Descripción: Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

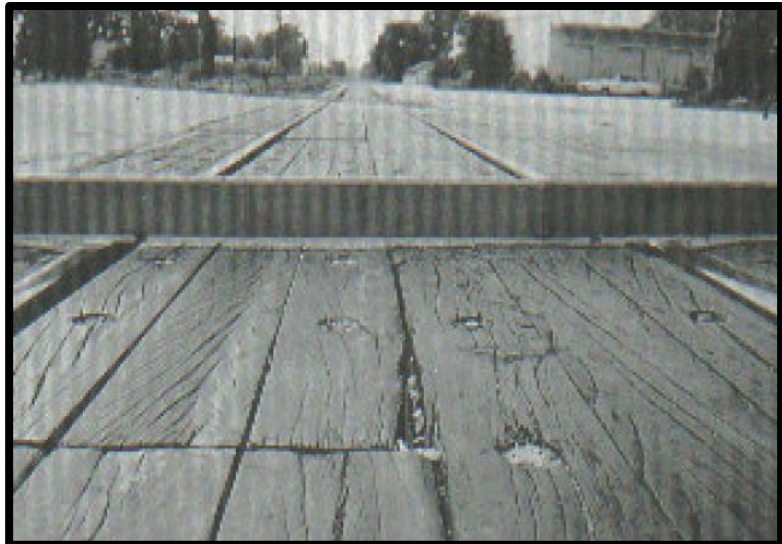
Niveles de severidad

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

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

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

Figura_ 29 Cruce De Vía Férrea.



Fuente Manual PCI.

3.2.2.15. AHUELLAMIENTO.

El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Niveles de severidad

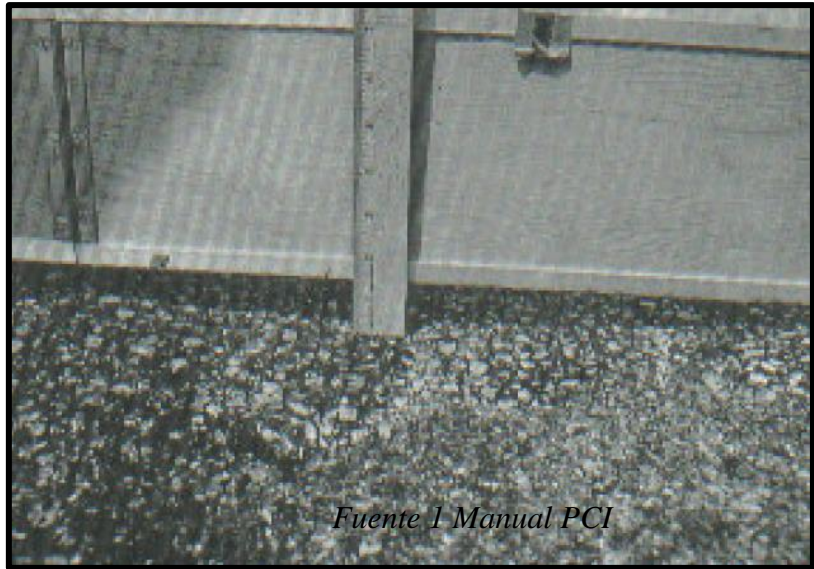
Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

Figura_ 30 Ahuellamiento.



Fuente 1 Manual PCI

Fuente Manual PCI.

3.2.2.16. DESPLAZAMIENTO.

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

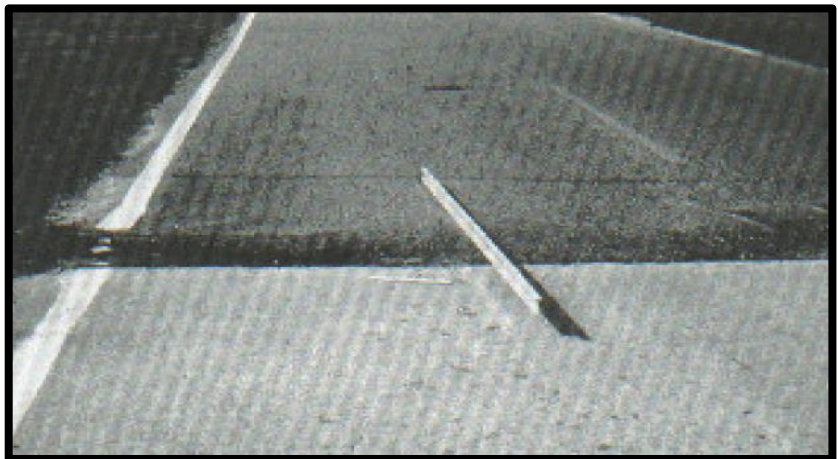
Niveles de severidad

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Figura_31 Desplazamiento.



Fuente Manual PCI.

3.2.2.17. GRIETA PARABÓLICA.

Descripción: Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

Nivel de severidad

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Figura_32 Fisura Parabólica



Fuente Manual PCI.

3.2.2.18. HINCHAMIENTO.

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

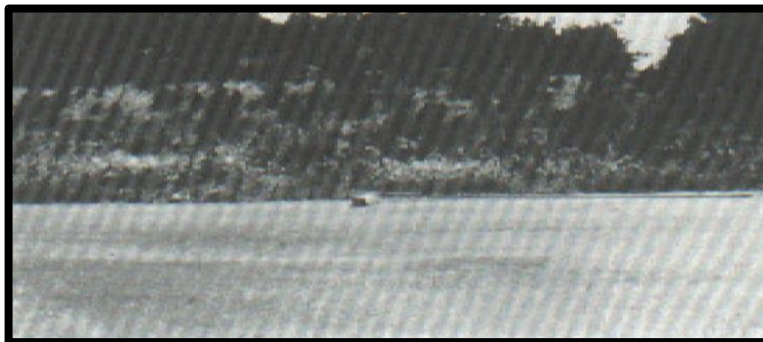
Nivel de severidad

L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento.

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Figura_ 33 Hinchamiento.



Fuente Manual PCI.

3.2.2.19. METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Niveles de severidad

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Figura_ 34 Meteorización.



Fuente Manual PCI.

3.2.3. MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.

3.2.3.1. MÉTODO DEL PCI.

Proceso de método PCI según Luis V. (23)

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.

Tabla_3 Rango y Calificaciones del PCI

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

Fuente ingepav

Este método determinará el índice de condición del pavimento en base a la información obtenida en campo mediante una inspección visual.

Fue desarrollado por M.y. Shahin y S.D. Khon, publicado por el cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos en el Reporte Técnico M-268 en el año 1968.

El objetivo principal es desarrollar un método estándar para evaluar la condición estructural y operacional de la superficie del pavimento

Determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento.

Determinar el comportamiento del pavimento mediante la determinación del PCI


El PCI es un parámetro que permite calificar la condición de la estructura del pavimento.

3.2.3.2. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.

Se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos.

En esta investigación se usara este formato debido a que el pavimento en estudio es de superficie asfáltica.

Ficha: 7 Registro para pavimentos asfáltico

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		
Av. Andres Abelino Cáceres- sección Av. Vice con Av. Nte							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA					EVIDENCIA		
UBICACIÓN:							
DEPARTAMENTO		Km Inicio		UNIDAD DE MUESTREO			
PIURA		1+160		01			
PROVINCIA							
PIURA		Km Final		ÁREA DE MUESTRA M2			
DISTRITO		1+200		220			
PIURA							
INSPECCIONADO POR				FECHA			
TOMAS ALBAN ZAPATA				10/01/2018			
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo				
2	Exudación	12	Pulimento de agregado:				
3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco				
4	Abultamiento y hundimiento	14	Ahuellamiento				
5	Corrugación	15	Desplazamiento				
6	Depresión	16	Grieta parabolica				
7	Grieta de borde	17	Hinchamiento				
8	Grieta de flexión de junta.	18	Desprendimiento de agr				
9	Desnivel carril/berma						
10	Grieta long y transversal						
Daño	Serevidad	Largo	Ancho	Area Parcial m2	Área Total	Densidad	Valor reducido

Fuente. Propia.

3.2.3.3. UNIDADES DE MUESTREO.

Tipos de vía y de capa de rodadura:

Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 230.0 ± 93.0 m

Tabla_4 Longitudes de Unidades De Muestra Asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente Método PCI.

Resolviendo:

Al ser de 5.5 el ancho de la calzada de la vía en estudio la muestra, la longitud de la unidad de muestra será 41.80, se tomar 40 metros.

3.2.3.4. 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%.

La longitud de cada sección es de 400 metros haciendo un total de 800 metros lineales con un ancho de 5.5 m. de las cuales se obtuvo un total de 20 muestras de 40 m de largo por 5.5m de ancho.

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

Desarrollaremos ecuación 1:

$$\frac{20 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (20 - 1) + 10^2} = 9$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestra a evaluar.

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

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección.

δ : 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:

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

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2.}$$

Desarrollando nuestra ecuación 2:

$$\frac{20}{9} \cong 2$$

n: Número mínimo de unidades de muestra a evaluar.

N: Número total de unidades de muestra disponibles.

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

b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i en nuestro ejemplo 2.

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

La unida de muestra en nuestro caso será 3,5,7,9,11,13,15,17, 19

3.2.3.5. 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.

3.2.3.6. 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.

3.2.3.7. 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.

3.2.3.8. CÁLCULO PARA CARRETERAS CON CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA.

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

1. a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato

PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.

1. b. Divida la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

1. c. Determine el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Etapa 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores 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

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:

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

Dónde:

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.

Etapas 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.y 2.c.

IV. METODOLOGÍA.

4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Esta investigación es de tipo descriptiva, ya que cumple con los términos metodológicos, y porque representa la realidad de la capa de rodadura sin alterarla.

En este estudio no experimental, solo se estudia el problema y se evalúa sin requerir de un laboratorio

Es cualitativa porque denota las características de la capa de rodadura.

Es inductiva porque consiste en establecer una conclusión general a partir de la observación de hechos o casos particulares.

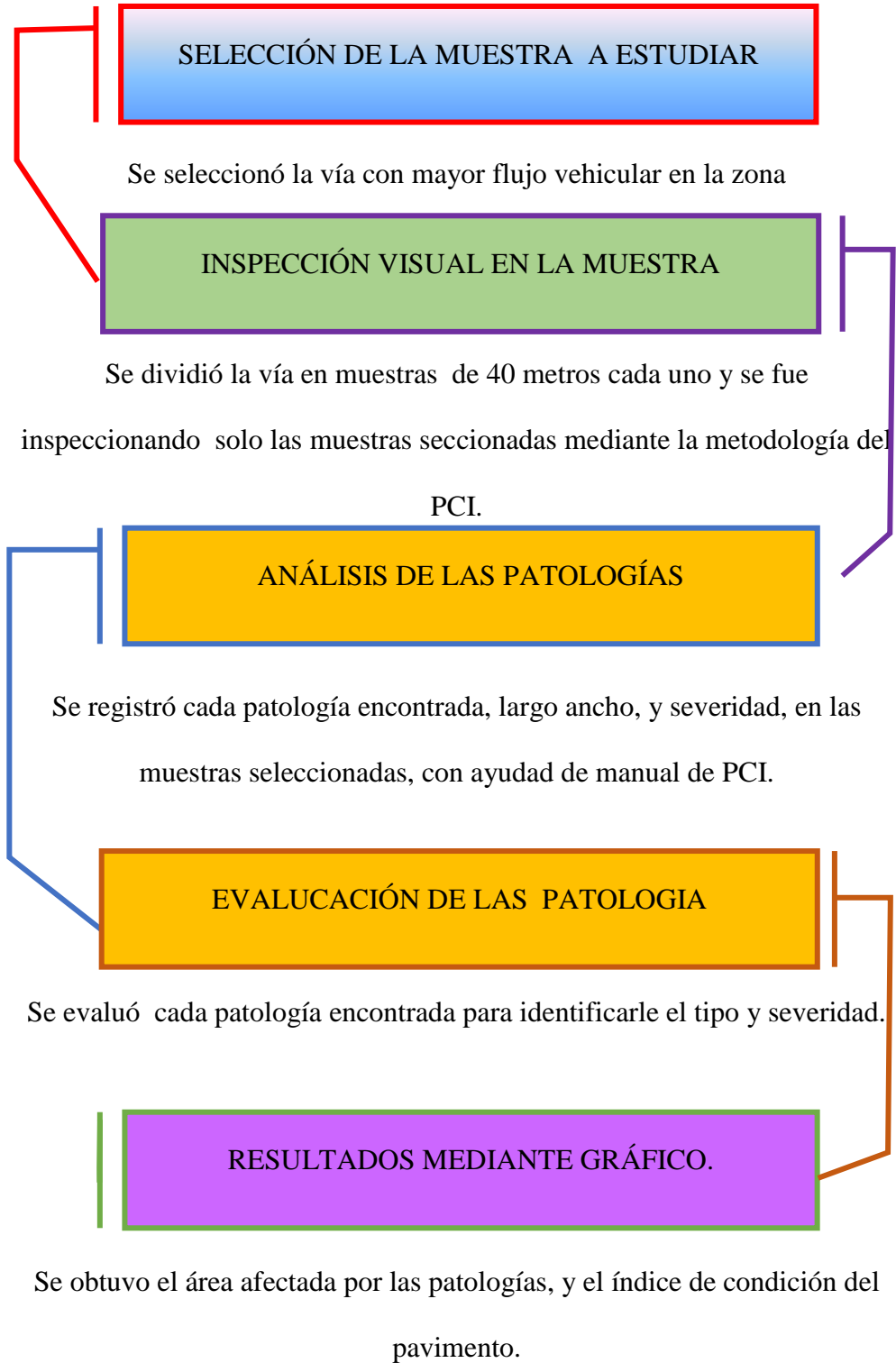
Esta investigación se desarrolló en base a la metodología de PCI.

Se utiliza la inspección visual, toma de datos y fotografías.

Es correlacionar porque existe una relación dependiente con respecto al tipo de patología con la capa de rodadura, así como también su nivel de vulnerabilidad.

La evaluación realizada fue de tipo visual. El procesamiento de la información se hizo de manera manual, no se utilizó software.

El diseño de la investigación se realizó de la siguiente manera:



4.2. UNIVERSO Y MUESTRA.

Universo.

La presente Investigación el Universo está dado por toda la capa de rodadura de la avenida Andrés Abelino Cáceres del distrito de Piura, de la provincia de Piura, del departamento de Piura.

Muestra.

Se seleccionó como muestra la capa de rodadura la intersección de avenida Vice y avenida Sullana Norte de la avenida Andrés Avelino Cáceres, del distrito de Piura, de la provincia de Piura, del departamento de Piura., que tiene una longitud de 800 metros aproximadamente, los cuales corresponden 400 metros cada sentido.

Unidad De Muestra.

Se divido la sección de estudios en 20 unidades de muestra las cuales se analizó 9 de ellas.

Unidades de muestra seleccionada mediante la metodología PCI. :

3, 5, 7, 9, 11, 13, 15,17, 19.

Figura_ 35 Ubicación De La Sección De Estudio De Av. Andrés Avelino Cáceres, Entre Av. Vice Y Av. Sullana Norte



Fuente: Google Earth Pro.

4.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Cuadro 1 Operación Y Varianza

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS PRESENTES EN LA CAPA DE RODADURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES, ENTRE AVENIDA VICE Y AVENIDA SULLANA DEL DEPARTAMENTO DE PIURA, DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA PIURA, DEL AÑO 2018	EL SEÑALAMIENTO ESTABLECIMIENTO DE LAS PATOLOGÍAS PRESENTES LA CAPA DE RODADURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA ANDRÉS AVELINO CÁCERES, ENTRE AVENIDA VICE Y AVENIDA SULLANA DEL DEPARTAMENTO DE PIURA, DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA PIURA, DEL AÑO 2018	<p>Los modelos o tipos de patologías que se encuentran presentes en la capa de rodadura en estudio son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Piel de cocodrilo. - Abultamiento y hundimiento. - Depresión. - Grieta longitudinal y transversal. - Pulimiento de agregados. - Hueco. - Ahuellamiento. - Grieta parabólica. - Hinchamiento. 	Variabilidad en	Tipo forma de falla.
			Grado de afectación.	Clase de falla.
				Nivel de severidad.
Baja (leve) (1) Medio (Moderado) (2) Alto (Severo) (3)				

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROYECTO

Técnicas.

Las principales técnicas que se utilizará en la investigación son:

- Manual del PCI.
- Guía de fallas de pavimento flexibles.
- Análisis de fisuras en campo.
- Manual de inspección visual de pavimentos.

Instrumentos

La evaluación será visual y, la toma de datos como instrumento de recolección

La evaluación de la condición incluirá los siguientes aspectos:

- Regla T.
- Regla de aluminio de 3cm
- Wincha métrica.
- Libreta de observaciones y portaminas
- Ficha de PCI para superficies asfálticas.

4.5. PLAN DE ANÁLISIS DEL PROYECTO.

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- .- La Ubicación del área de estudio.
- .- Los Tipos de patologías existentes.
- .- Nivel de Índice de Condición de la capa de rodadura
- .- Cuadros del ámbito de la investigación.
- .-Cuadros estadísticos de las Patologías existente.

Figura_ 36 Análisis Del Proyecto



Fuente Manuel Porras Blanco

4.6. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Cuadro 2 Matriz De Consistencia

ENUNCIADO DE PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION
<p>a) Caracterización del problema.</p> <p>La Avenida Andrés Avelino Cáceres, Entre Avenida Vice Y Avenida Sullana Del Departamento De Piura, Distrito De Piura, Provincia Piura.</p> <p>Gran parte del pavimento en la Área de estudio está en malas condiciones poniendo en peligro constante la integridad de los conductores y transeúntes.</p> <p>El aumento del flujo vehicular no esperado están acelerando el deterioro del pavimento.</p> <p>Como medida de prevención se realizará una inspección visual, para lograr determinar y evaluar los distintos tipos de patologías presentes.</p> <p>b) Enunciado del problema.</p> <p>¿En qué medida la determinación y la evaluación de las patologías del pavimento flexible De La Avenida Andrés Avelino Cáceres, Entre Avenida Vice Y Avenida Sullana Del Departamento De Piura, Distrito De Piura, Provincia Piura., nos permite obtener el estado actual y las condiciones de servicio de dicha infraestructura en funcionamiento?</p>	<p>Objetivo General.</p> <p>Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de La Avenida Andrés Avelino Cáceres, Entre Avenida Vice Y Avenida Sullana Del Departamento De Piura, Distrito De Piura, Provincia Piura.</p> <p>Objetivos Específicos.</p> <p>Identificar las patologías que se presentan en los pavimentos flexibles de la Avenida Andrés Avelino Cáceres, Entre Avenida Vice Y Avenida Sullana Del Departamento De Piura, Distrito De Piura, Provincia Piura.</p> <p>Determinar el nivel o grado de afectación de las patologías que se presentan en el pavimento flexible de la Avenida Andrés Avelino Cáceres, Entre Avenida Vice Y Avenida Sullana Del Departamento De Piura, Distrito De Piura, Provincia Piura.</p> <p>Obtener el estado actual y la condición de servicio del pavimento flexible, de acuerdo con los diferentes tipos de patologías que presenta.</p>

Cuadro 3 Matriz De Consistencia

VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Variable dependiente</p> <p>Patologías</p> <p>Variable independiente</p> <p>Pavimentos</p>	<p>Diseño de la investigación.</p> <p>Genéricamente el estudio realizado es de tipo descriptivo, cualitativo inductivo, no experimental.</p> <p>Es descripto por que representa la realidad de la capa de rodadura sin alterarla.</p> <p>Es cualitativo por que denota las características de la capa de rodadura.</p> <p>Es inductiva por que consiste en establecer una conclusión general a partir de la observación de hechos o casos particulares.</p> <p>Es no experimental solo se estudia el problema y se analiza sin requerir de un laboratorio</p> <p>La metodología utilizada, para el desarrollo del proyecto fue:</p> <p>Selección de precedentes preliminares: en este ciclo se realizó la búsqueda el ordenamiento, análisis validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayudo a cumplir con los objetivos de este proyecto.</p>

4.7. PRINCIPIOS ÉTICOS DEL PROYECTO.

Según **Albert**⁽²⁴⁾, Para que sea eficaz el comportamiento ético de los hombres debe basarse en la compasión, la educación y en motivos sociales: no necesita de ninguna base religiosa. Sería muy triste por parte de la humanidad si sólo se refrenara por miedo al castigo y por esperanza de un premio después de la muerte.

Este trabajo de investigación está basado con Autonomía, no maleficencia, beneficios y justicia.

Se tomaron opiniones y crónicas, trabajos de investigación, ponencias, textos y otros documentos relacionados al tema respetando la autoría y reconocimiento de fuentes que fueron tomadas para la revisión literaria, marco teórico, etc.

De la misma forma en las Imágenes y tablas se colocó la fuente de extracción de ellas para respetar la autoría de cada uno de los autores.

La tomo de datos en campo y proceso de resultados fueron regidos con objetividad y rigor en esta investigación. No se falsifico ni manipuló los datos y resultados obtenidos

V. RESULTADO.

5.1. Resultados.

Cuadro 4 Patologías Encontradas En Las Muestras Evaluadas

Análisis De Los Resultados					
UNIDAD DE MUESTRA	TIPO DE PATOLOGIA PRESENTE		Área		SEVERIDAD
			m ²	ml	
M_ 3	12	Pulimento de agregados	195.00		No se considera Leve (L)
	15	Ahuellamiento	2.15		
M_ 5	1	Piel de cocodrilo.	2.00	4.70	Media (M)
	4	Abultamiento y hund.	0.75		Alta (H)
	10	Grieta long y transversal			Medio (M)
	12	Pulimento de agregados	2.00		No se considera
	13	Hueco	9.95		Alta (H)
15	Ahuellamiento	1.05	Alta (H)		
M_ 7	10	Grieta long y transversal		1	Medio (M)
	12	Pulimento de agregados	12.50		No se considera
	15	Ahuellamiento	2.00		Alta (H)
	18	Hinchamiento	62.50		Alta (H)
M_ 9	10	Grieta long y transversal		8.80	Media(M)
	12	Pulimento de agregados	13.00		-
	15	Ahuellamiento	4.80		Media(M)
M_ 11	1	Piel de cocodrilo.	22.65	12.10	Medio (M)
	6	Depresión	2.70		Medio (M)
	15	Ahuellamiento	6.00		Medio (M)
	10	Grieta long y transversal			Medio (M)
M_ 13	12	Pulimento de agregados	61.70		Media(M)
M_ 15	12	Pulimento de agregados	43.40	9.30	Media(M)
	10	Grieta long y transversal			Medio (M)
M_ 17	1	Piel de cocodrilo.	1.20		Media
	12	Pulimento de agregados	24.90		Media(M)
	17	Grieta parabolica	5.50		Baja (L)
M_ 19	10	Grieta long y transversal		12.50	Media (M)
	12	Pulimento de agregados	87.00		-

Fuente Propia

5.1.1. Fichas De Cada Unidad De Muestra Evaluada.

5.1.1.1. Evaluación De La Unidad De Muestra M_3

Ficha: 8 Unidad De Muestra M_3

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		
Av. Andres Avelino Cáceres - sección Av. Vice con Av. Nte Sullana					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA					
UBICACIÓN:					
DEPARTAMENTO	Progresiva Inicio	UNIDAD DE MUESTREO			
PIURA	1+240	M_3			
PROVINCIA	Progresiva Final	ÁREA DE MUESTRA M2			
PIURA	1+280	220			
DISTRITO					
PIURA					
INSPECCIONADO POR		FECHA		EVIDENCIA	
TOMAS ALBAN ZAPATA		10/01/2018			
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo		
2	Exudación	12	Pulimento de agregado		
3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco		
4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de vía férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica		
8	Grieta de flexión de junta.	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril/berma	19	Desprendimiento de agr.		
10	Grieta long y trasversal				
Daño	Serevidad	Area Parcial m2	Área Total	Densidad	Valor reducido
12	-	110			
15	L	1.4			
12	-	30			
12	-	55	195	88.64	17.76
15	L	0.75	2.15	0.98	7.76

Fuente Propia

A Cálculo De Los Valores Deducidos:

A1. Totalizar cada tipo y nivel de severidad.

A2. Cálculo de la Densidad:

Área total de la patología/Área De Muestra × 100 = Densidad.

$195/220 \times 100 = 88.64$Pulimiento de Agregados.

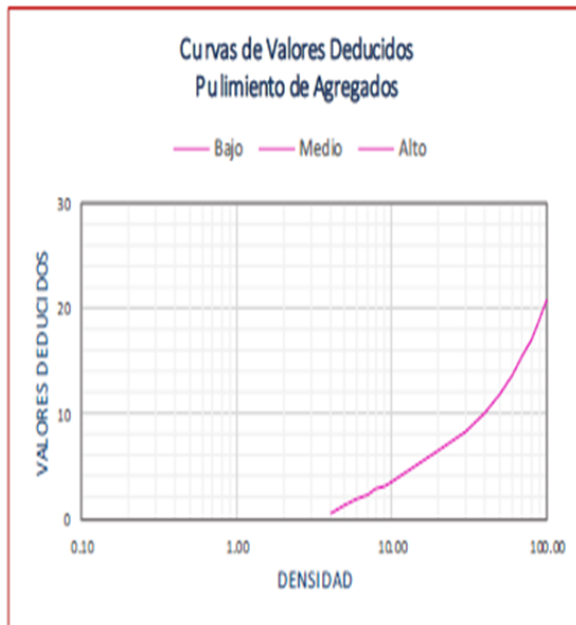
$2.15/220 \times 100 = 0.98$Ahuellamiento.

A3. Determinación Del Valor Deducido:

Mediante interpolación obtendremos el valor deducido correspondiente para cada tipo de patología.

12. PULIMENTO DE AGREGADOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.50	
5.00		1.20	
6.00		1.80	
7.00		2.30	
8.00		2.80	
9.00		3.10	
10.00		3.50	
20.00		6.50	
30.00		8.30	
40.00		10.10	
50.00		11.80	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.90	
100.00		20.70	



Fuente : Manual PCI 1

Interpolando obtenemos.

Decimos:

Si en para densidad de 80 tenemos un valor deducido de 17.1, Y para densidad de 90 tenemos un valor deducido de 18.9. ¿Cuánto tendríamos para una densidad de 88.64?

Desarrollando:

80.00-----17.1

88.64-----X

90.00-----18.9

(90.00-80.00-----18.9-17.1)

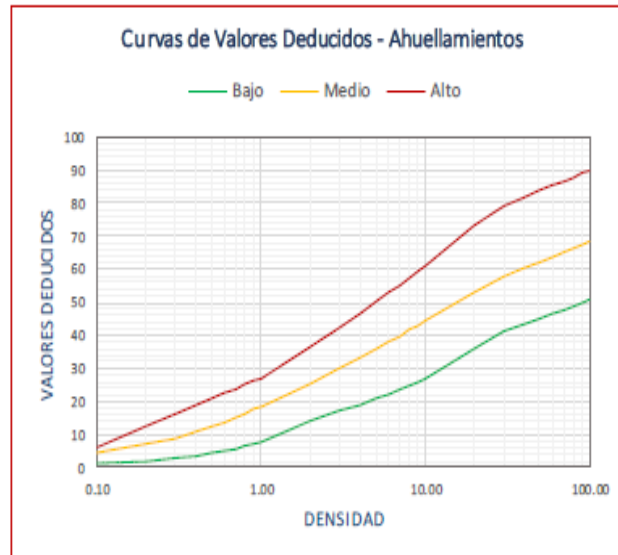
(88.64-80.00----- X)

X = 17.76

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
80	17.1
88.64	17.76
90	18.9

15. AHUELLAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.90	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90



Fuente: Manual PCI 2

Interpolando Obtendremos:

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
0.9	7.2
0.98	7.76
1	7.9

B. Calculo Del Máximo Valor Deducido Corregido.

EXPLICAR PROCEDIMIENTO:

Nº	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	Q	CDV
1.00	17.76	7.76	25.52	2.00	18.412
2.00	17.76	2	19.76	1.00	7.9

Fuente: Propia.

C. Cálculo del PCI.

$$PCI = 100 - CDV_{max}.$$

MAX. CDV	18.41
PCI	81.59
SEVERIDAD	MUY BUENA

Fuente: Propia.

C1. Calificación del Rango

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 Manual PCI

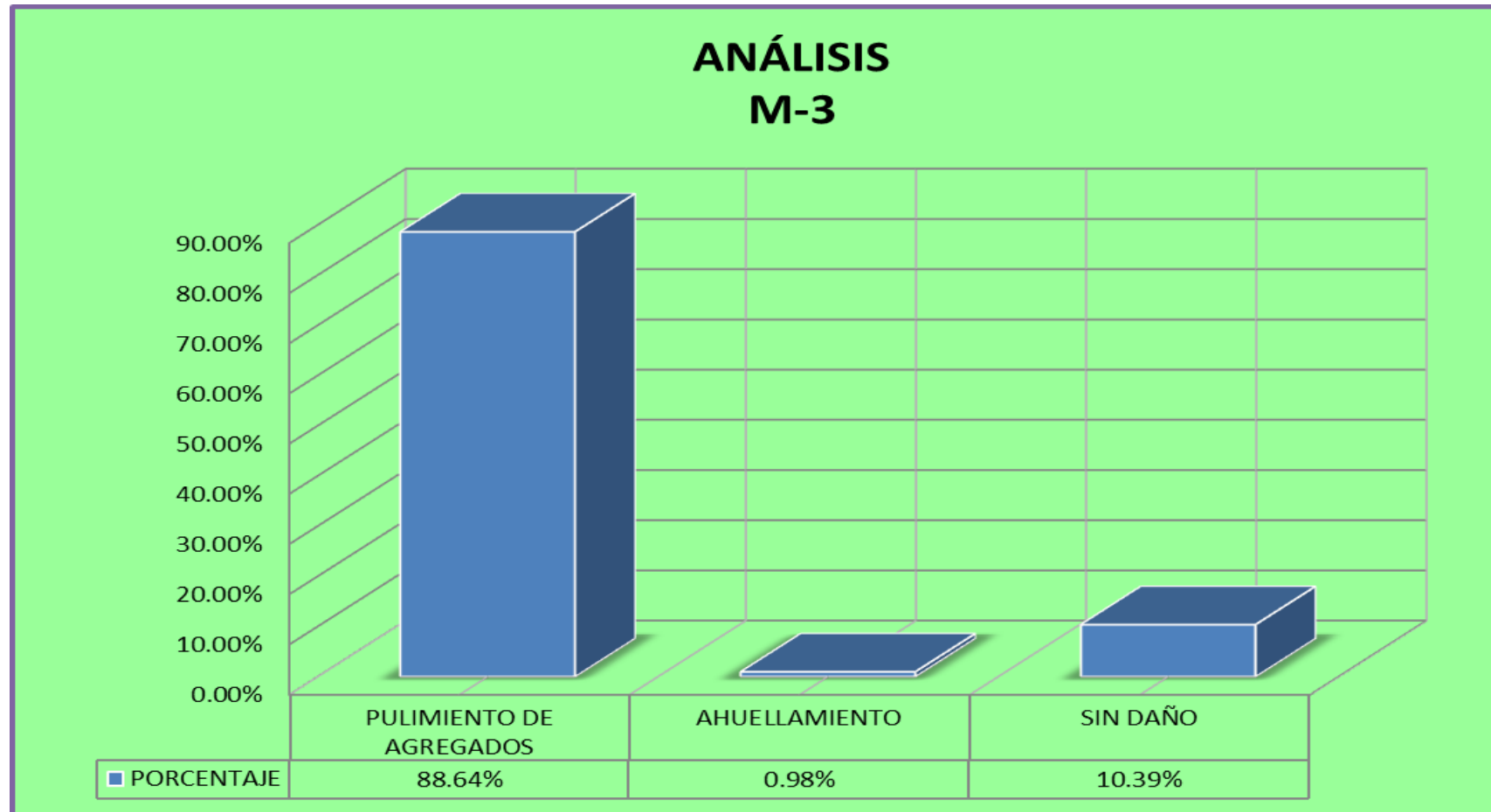
D. Patologías Encontradas En La Unidad De Muestra M_3.

Cuadro 5 Área De Porcentaje M_3

CUADRO DE AREA PORCENTAJE		
MUESTRA _3		AREA TOTAL 220
TIPO DE PATOLOGÍA	AREA m2	PORCENTAJE
PULIMIENTO DE AGREGADOS	195.00	88.64%
AHUELLAMIENTO	2.15	0.98%
SIN DAÑO	22.85	10.39%
TOTAL	220.00	100.00%

Fuente Propia.


Gráfico 1 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_3



Fuente Propia

5.1.1.2. Evaluación De La Unidad De Muestra M_5

Ficha: 9 Unidad De Muestra M_5

Índice de Condición de Pavimento				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE																																																																									
Av. Andres Avelino Cáceres- sección Av. Vice con Av Nte Sullana EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA																																																																													
UBICACIÓN:																																																																													
DEPARTAMENTO	Progresiva Inicio	UNIDAD DE MUESTREO																																																																											
PIURA	1+320	M_5																																																																											
PROVINCIA	Progresiva Final	ÁREA DE MUESTRA M2																																																																											
PIURA	1+360	220																																																																											
DISTRITO																																																																													
PIURA																																																																													
INSPECCIONADO POR			FECHA																																																																										
TOMAS ALBAN ZAPATA			10/01/2018																																																																										
			EVIDENCIA																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Daño</th> <th>No.</th> <th>Daño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo.</td><td>11</td><td>Parcheo</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>12</td><td>Pulimento de agregado</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en bloque.</td><td>13</td><td>Hueco</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimiento</td><td>14</td><td>Cruce de via férrea</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de borde</td><td>17</td><td>Grieta parabolica</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de flexión de junta.</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel carril/ berna</td><td>19</td><td>Desprendimiento de agr</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grieta long y trasversal</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						No.	Daño	No.	Daño	1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo	2	Exudación	12	Pulimento de agregado	3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco	4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de via férrea	5	Corrugación	15	Ahuellamiento	6	Depresión	16	Desplazamiento	7	Grieta de borde	17	Grieta parabolica	8	Grieta de flexión de junta.	18	Hinchamiento	9	Desnivel carril/ berna	19	Desprendimiento de agr	10	Grieta long y trasversal																														
No.	Daño	No.	Daño																																																																										
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo																																																																										
2	Exudación	12	Pulimento de agregado																																																																										
3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco																																																																										
4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de via férrea																																																																										
5	Corrugación	15	Ahuellamiento																																																																										
6	Depresión	16	Desplazamiento																																																																										
7	Grieta de borde	17	Grieta parabolica																																																																										
8	Grieta de flexión de junta.	18	Hinchamiento																																																																										
9	Desnivel carril/ berna	19	Desprendimiento de agr																																																																										
10	Grieta long y trasversal																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Daño</th> <th rowspan="2">Serevidad</th> <th colspan="2">Área Parcial</th> <th rowspan="2">Área Total</th> <th rowspan="2">Densidad</th> <th rowspan="2">Valor reducido</th> </tr> <tr> <th>m²</th> <th>ml</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10</td><td>M</td><td></td><td>2.50</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>M</td><td></td><td>1.20</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>M</td><td></td><td>1.00</td><td>4.70</td><td>2.14</td><td>4.91</td></tr> <tr><td>15</td><td>H</td><td>1.05</td><td></td><td>1.05</td><td>0.48</td><td>20.35</td></tr> <tr><td>12</td><td>-</td><td>2.00</td><td></td><td>2.00</td><td>0.91</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>13</td><td>H</td><td>(7) 3.45</td><td></td><td>9.95</td><td>4.52</td><td>85.01</td></tr> <tr><td>4</td><td>H</td><td>0.75</td><td></td><td>0.75</td><td>0.34</td><td>21.56</td></tr> <tr><td>1</td><td>M</td><td>2</td><td></td><td>2</td><td>0.91</td><td>21.00</td></tr> <tr><td>13</td><td>H</td><td>(13) 6.5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Daño	Serevidad	Área Parcial		Área Total	Densidad	Valor reducido	m ²	ml	10	M		2.50				10	M		1.20				10	M		1.00	4.70	2.14	4.91	15	H	1.05		1.05	0.48	20.35	12	-	2.00		2.00	0.91	0.00	13	H	(7) 3.45		9.95	4.52	85.01	4	H	0.75		0.75	0.34	21.56	1	M	2		2	0.91	21.00	13	H	(13) 6.5				
Daño	Serevidad	Área Parcial		Área Total	Densidad			Valor reducido																																																																					
		m ²	ml																																																																										
10	M		2.50																																																																										
10	M		1.20																																																																										
10	M		1.00	4.70	2.14	4.91																																																																							
15	H	1.05		1.05	0.48	20.35																																																																							
12	-	2.00		2.00	0.91	0.00																																																																							
13	H	(7) 3.45		9.95	4.52	85.01																																																																							
4	H	0.75		0.75	0.34	21.56																																																																							
1	M	2		2	0.91	21.00																																																																							
13	H	(13) 6.5																																																																											

Fuente Propia

B. Calculo Del Máximo Valor Deducido Corregido.

N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	Q	CVD
1	85.01	21.56	21.00	20.35	4.91	0	152.84	6	73.13
2	85.01	21.56	21.00	20.35	4.91	2	154.84	5	78.42
3	85.01	21.56	21.00	20.35	2.00	2	151.92	4	82.77
4	85.01	21.56	21.00	2	2.00	2	133.58	3	80.65
5	85.01	21.56	2	2	2.00	2	114.58	2	76.12
6	85.01	2	2	2	2.00	2	95.01	1	95.01

Fuente: Propia.

C. Cálculo del PCI.

MAX. CDV	95.01
PCI	4.99
SEVERIDAD	FALLADO

Fuente: Propia.

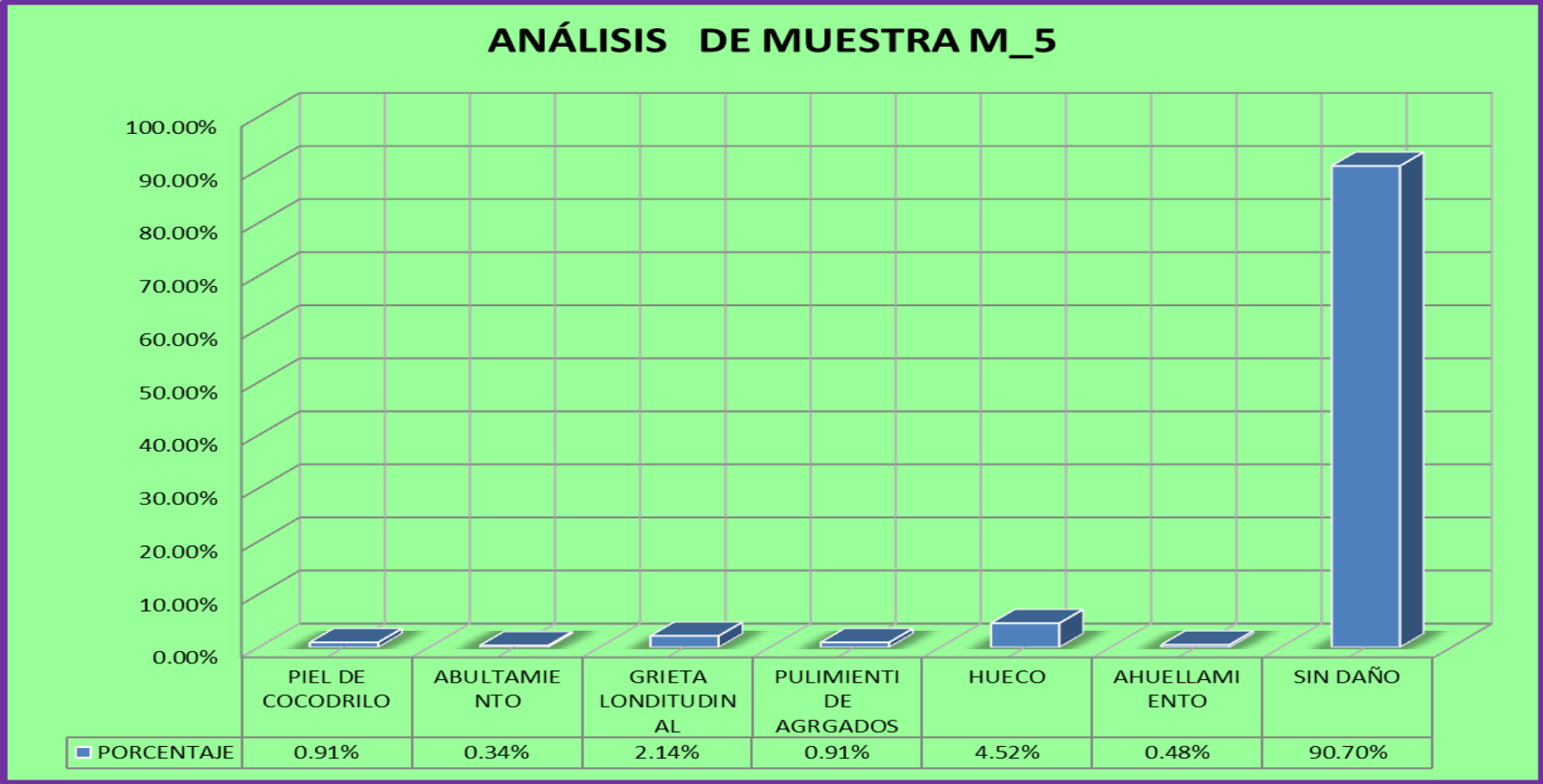
D. Patologías Encontradas En La Unidad De Muestra M_5.

Cuadro 6 Área De Porcentaje M_5

CUADRO DE AREA PORCENTAJE		
M_5		AREA TOTAL 220
TIPO DE PATOLOGÍA	AREA m2	PORCENTAJE
PIEL DE COCODRILO	2.00	0.91%
ABULTAMIENTO	0.75	0.34%
GRIETA LONDITUDINAL	4.70	2.14%
PULIMIENTI DE ARGADOS	2.00	0.91%
HUECO	9.95	4.52%
AHUELLAMIENTO	1.05	0.48%
SIN DAÑO	199.55	90.70%
TOTAL	220	100.00%

Fuente: Propia.

Gráfico 2 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_5



Fuente: Propia.

5.1.1.3. Evaluación De La Unidad De Muestra M_7.

Ficha: 10 Unidad De Muestra M_7

Índice de Condición de Pavimento				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		
Av. Andres Avelino Cáceres- sección Av. Vice con Av Nte Sullana EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA						
UBICACIÓN:						
DEPARTAMENTO	Progresiva inicio	UNIDAD DE MUESTREO				
PIURA	1+400	M_7				
PROVINCIA	Progresiva Final	ÁREA DE MUESTRA M2				
PIURA	1+360	220				
DISTRITO						
PIURA						
INSPECCIONADO POR				FECHA		
TOMAS ALBAN ZAPATA				10/01/2018		
				EVIDENCIA		
						
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo			
2	Exudación	12	Pulimento de agregado			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco			
4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica			
8	Grieta de flexión de junta.	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril/berma	19	Desprendimiento de agregado			
10	Grieta longitudinal y transversal					
Daño	Serevidad	Área Parciales m ²		Área Total	Densidad	Valor reducido
		m ²	ml			
10	M		1.00	1.00	0.45	0.00
18	H	50.00				
18	H	12.50		62.50	28.41	67.58
12	-	12.50		12.50	5.68	1.61
15	H	0.40		2.00	0.91	26.25
15	H	1.60				

Fuente: Propia.

B. Calculo Del Máximo Valor Deducido Corregido.

N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	Q	CVD
1	67.58	26.25	1.61	0	95.43	4	54.25941
2	67.58	26.25	1.61	2	97.43	3	61.45941
3	67.58	26.25	2	2	97.82	2	69.47628
4	67.58	2	2	2	73.58	1	73.5778

Fuente: Propia.

C. Cálculo del PCI.

MAX. CDV	73.5778
PCI	26.4222
SEVERIDAD	MALO

Fuente: Propia.

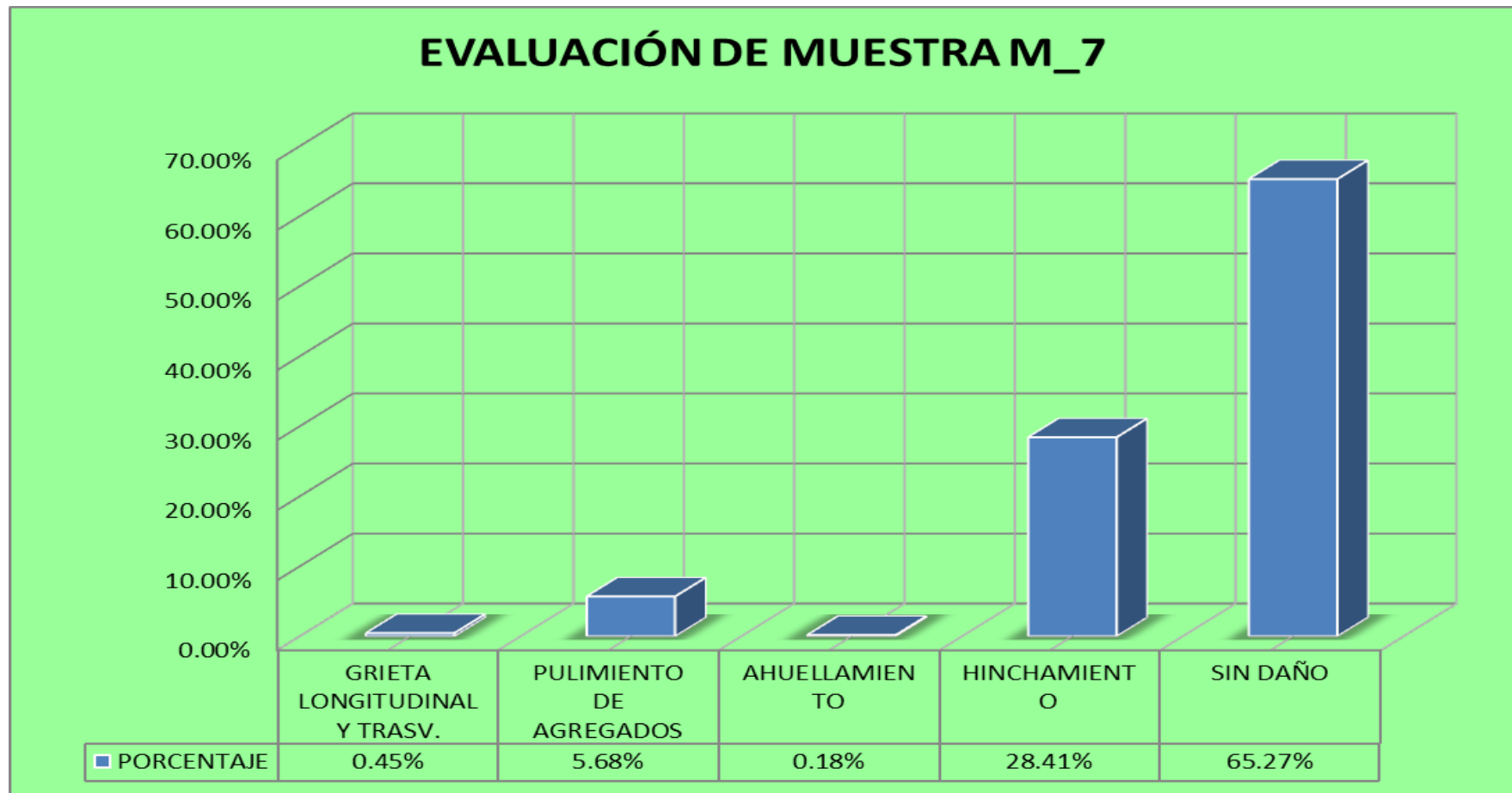
D. Patologías Encontradas En La Unidad De Muestra M_7.

Cuadro 7 Área De Porcentaje M_7

CUADRO DE AREA PORCENTAJE		
MUESTRA_7		AREA TOTAL 220
TIPO DE PATOLOGÍA	AREA m2	PORCENTAJE
GRIETA LONGITUDINAL Y TRASV.	1.00	0.45%
PULIMIENTO DE AGREGADOS	12.50	5.68%
AHUELLAMIENTO	0.40	0.18%
HINCHAMIENTO	62.50	28.41%
SIN DAÑO	143.6	65.27%
TOTAL	220	100.00%

Fuente: Propia.



Gráfico 3 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_7



Fuente: Propia.

5.1.1.4. Evaluación De La Unidad De Muestra M_9

Ficha: 11 Unidad De Muestra M_9

Índice de Condición de Pavimento				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		
Av. Andres Avelino Cáceres- sección Av. Vice con Av Nte Sullana EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA						
UBICACIÓN:						
DEPARTAMENTO	Progresiva Inicio	UNIDAD DE MUESTREO				
PIURA	1+480	M_9				
PROVINCIA	Progresiva Final	ÁREA DE MUESTRA M2				
PIURA	1+520	220				
DISTRITO						
PIURA						
INSPECCIONADO POR				FECHA		
TOMAS ALBAN ZAPATA				10/01/2018		
EVIDENCIA						
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo			
2	Exudación	12	Pulimento de agregad			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco			
4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de via férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica			
8	Grieta de flexión de junta.	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril/ berma	19	Desprendimiento de agr			
10	Grieta long y trasversal					
Daño	Serevidad	Área Parcial m2		Área Total	Densidad	Valor reducido
		m2	ml			
15	M	1.05				
10	M		5.00			
10	M		1.00			
10	M		2.30			
10	M		0.50	8.80	4.00	9.20
12	-	13.00		13.00	5.91	1.75
15	M	3.75		4.80	2.18	30.97

Fuente: Propia.

B. Calculo Del Máximo Valor Deducido Corregido.

N°	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	Q	CDV
1	30.97	9.20	1.75	41.92	3.00	25.34311
2	30.97	9.20	2	42.17272727	2.00	31.52091
3	30.97	2	2	34.97272727	1.00	34.97273

Fuente Propia 1

C. Cálculo del PCI.

MAX. CDV	34.97
PCI	65.03
SEVERIDAD	BUENO

Fuente Propia 2

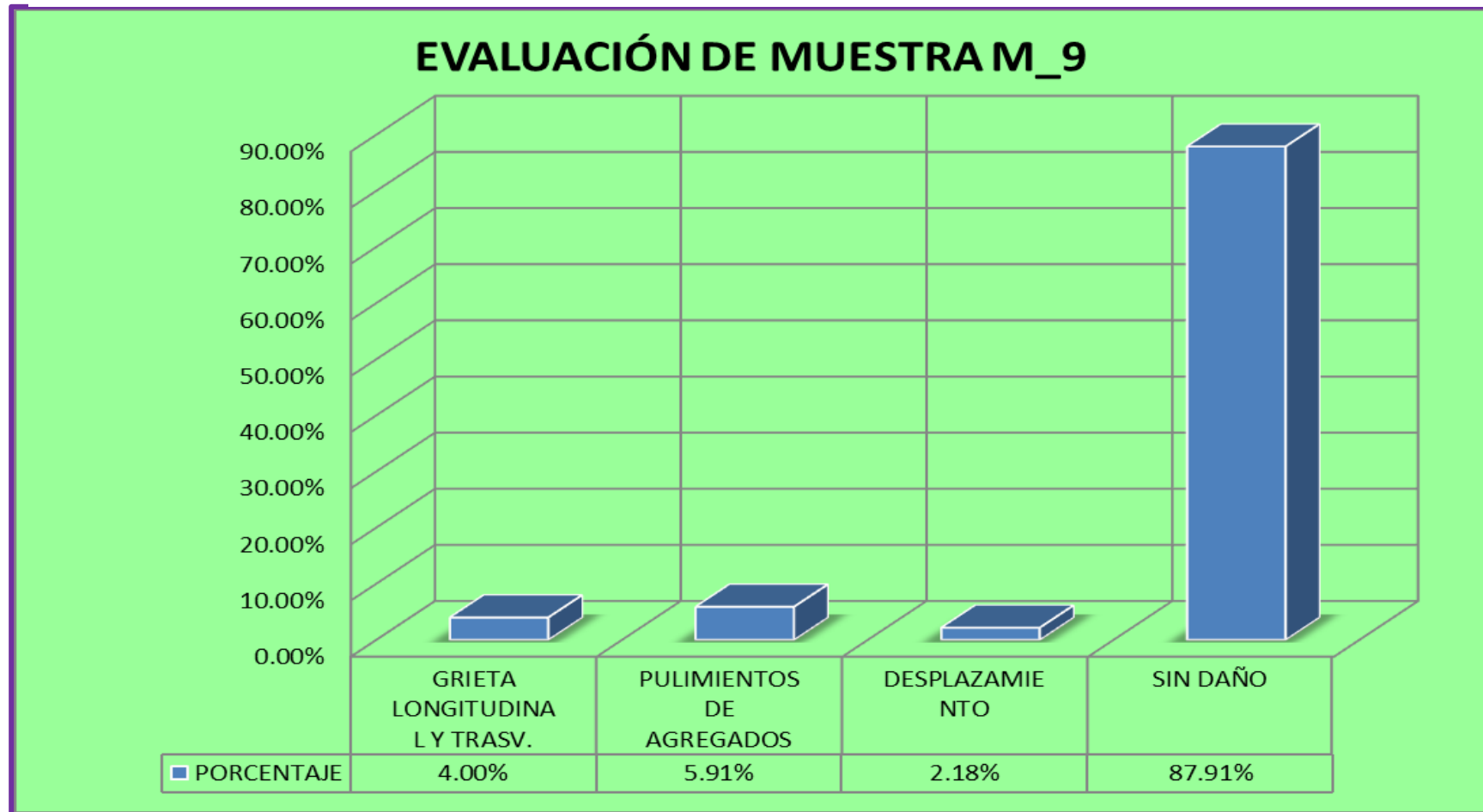
D. Patologías Encontradas En La Unidad De Muestra M_9.

Cuadro 8 Área De Porcentaje M_9

CUADRO DE AREA PORCENTAJE		
MUESTRA_9		AREA TOTAL 220
TIPO DE PATOLOGÍA	AREA m2	PORCENTAJE
GRIETA LONGITUDINAL Y TRASV.	8.80	4.00%
PULIMIENTOS DE AGREGADOS	13.00	5.91%
DESPLAZAMIENTOS	4.80	2.18%
SIN DAÑO	193.4	87.91%
TOTAL	220	100.00%

Fuente Propia

Gráfico 4 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_9



Fuente: Propia.

5.1.1.5.Evaluación De La Unidad De Muestra M_11.

Ficha: 12 Unidad De Muestra M_11

Índice de Condición de Pavimento				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE																																													
Av. Andres Avelino Cáceres- sección Av. Vice con Av Nte Sullana EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA																																																	
UBICACIÓN:																																																	
DEPARTAMENTO PIURA	Progresiva Inicio 1+540	UNIDAD DE MUESTREO M_11																																															
PROVINCIA PIURA	Progresiva Final 1+500	ÁREA DE MUESTRA M2 220																																															
DISTRITO PIURA																																																	
INSPECCIONADO POR TOMAS ALBAN ZAPATA		FECHA 10/01/2018		EVIDENCIA																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Daño</th> <th>No.</th> <th>Daño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo.</td><td>11</td><td>Parqueo</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>12</td><td>Pulimento de agregad</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en bloque.</td><td>13</td><td>Hueco</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimiento</td><td>14</td><td>Cruce de via férrea</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>15</td><td>Ahuellamiento</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>16</td><td>Desplazamiento</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de borde</td><td>17</td><td>Grieta parabólica</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de flexión de junta.</td><td>18</td><td>Hinchamiento</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel carril/ berma</td><td>19</td><td>Desprendimiento de agr.</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grieta long y trasversal</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				No.	Daño	No.	Daño	1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo	2	Exudación	12	Pulimento de agregad	3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco	4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de via férrea	5	Corrugación	15	Ahuellamiento	6	Depresión	16	Desplazamiento	7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica	8	Grieta de flexión de junta.	18	Hinchamiento	9	Desnivel carril/ berma	19	Desprendimiento de agr.	10	Grieta long y trasversal				
No.	Daño	No.	Daño																																														
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo																																														
2	Exudación	12	Pulimento de agregad																																														
3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco																																														
4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de via férrea																																														
5	Corrugación	15	Ahuellamiento																																														
6	Depresión	16	Desplazamiento																																														
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica																																														
8	Grieta de flexión de junta.	18	Hinchamiento																																														
9	Desnivel carril/ berma	19	Desprendimiento de agr.																																														
10	Grieta long y trasversal																																																
Daño	Serevidad	Árez Parciales m2	Metros lienes	Área Total	Densidad	Valor reducido																																											
15	M	6.00		6.00	2.73	28.79																																											
1	M	9.00																																															
1	M	12.38																																															
1	M	1.28		22.65	10.30	45.89																																											
10	M		1.10																																														
10	M		5.50																																														
10	M		5.50	12.10	5.50	13.65																																											
6	M	2.70		2.70	1.23	9.50																																											

Fuente: Propia.

B. Cálculo Del Máximo Valor Deducido Corregido.

N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	Q	CDV
1	45.89	13.65	9.50	28.79	97.83	4	55.69827
2	45.89	13.65	9.50	2	71.04	3	45.12373
3	45.89	13.65	2	2	63.54	2	46.47768
4	45.89	2	2	2	51.89	1	51.88955

C. Cálculo del PCI.

MAX. CDV	55.70
PCI	44.30
SEVERIDAD	REGULAR

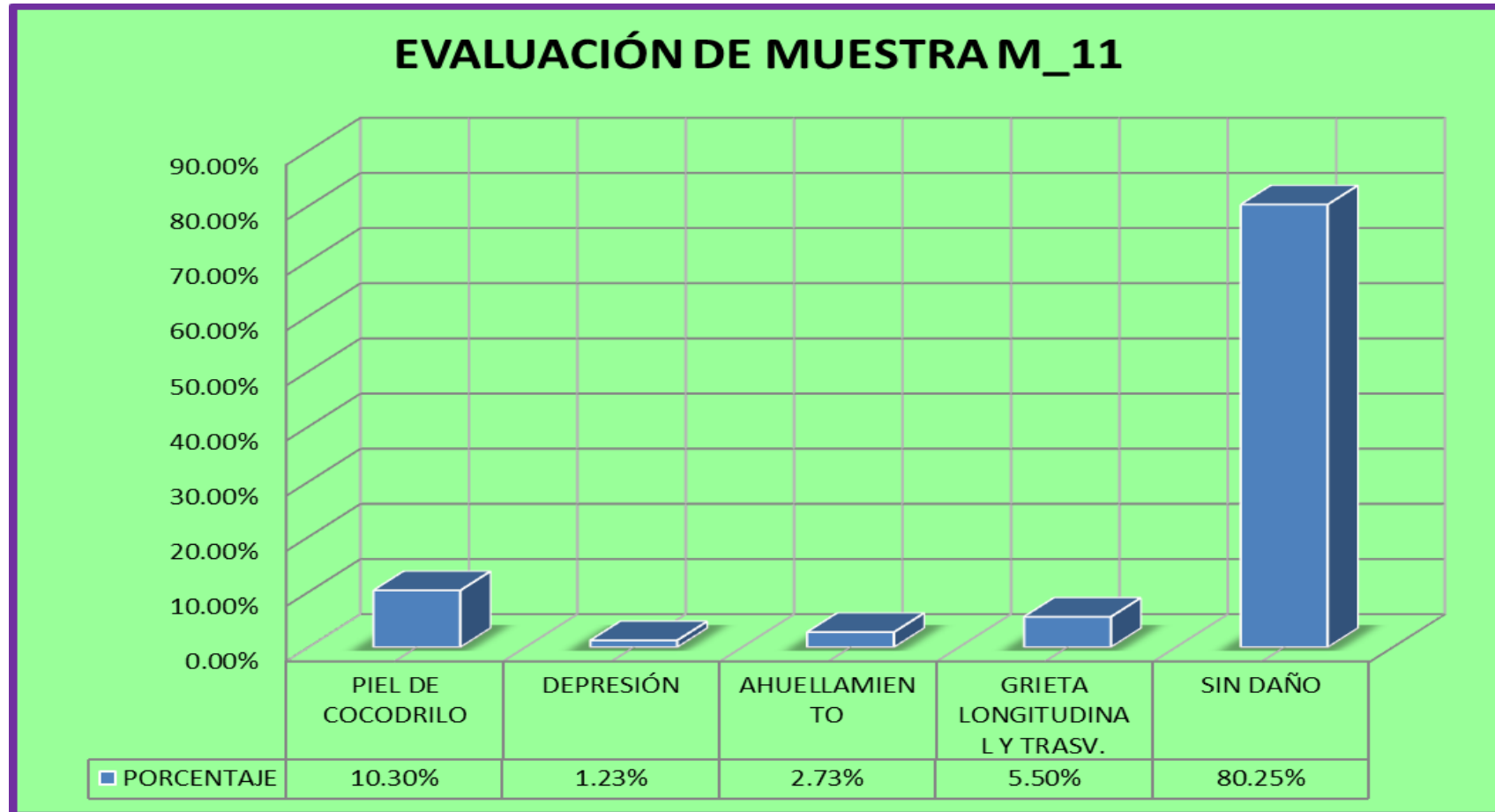
D. Patologías Encontradas En La Unidad De Muestra M_11.

Cuadro 9 Área De Porcentaje M_11

CUADRO DE AREA PORCENTAJE		
MUESTRA_11		AREA TOTAL 220
TIPO DE PATOLOGÍA	AREA m2	PORCENTAJE
PIEL DE COCODRILO	22.65	10.30%
DEPRESIÓN	2.70	1.23%
AHUELLAMIENTO	6.00	2.73%
GRIETA LONGITUDINAL Y TRASV.	12.10	5.50%
SIN DAÑO	176.55	80.25%
TOTAL	220	100.00%

Fuente: Propia.



Gráfico 5 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_11



Fuente: Propia.

5.1.1.6. Evaluación De La Unidad De Muestra M_13

Ficha: 13 Unidad De Muestra M_13

Índice de Condición de Pavimento			 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE			
Av. Andres Avelino Cáceres- sección Av. Vice con AvNte Sullana EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA						
UBICACIÓN:						
DEPARTAMENTO	Progresiva Inicio	UNIDAD DE MUESTREO				
PIURA	1+460	M_13				
PROVINCIA	Progresiva Final	ÁREA DE MUESTRA M2				
PIURA	1+420	220				
DISTRITO						
PIURA						
INSPECCIONADO POR		FECHA		EVIDENCIA		
TOMAS ALBAN ZAPATA		10/01/2018				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo			
2	Exudación	12	Pulimento de agregad			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco			
4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de vía férrea			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento			
6	Depresión	16	Desplazamiento			
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica			
8	Grieta de flexión de junta.	18	Hinchamiento			
9	Desnivel carril/berma	19	Desprendimiento de agr			
10	Grieta long y trasversal					
Daño	Serevidad	Árez Parciales m2		Área Total	Densidad	Valor reducido
12	-	8.40				
12	-	53.30		61.70	28.05	7.95

Fuente: Propia.

B. Cálculo Del Máximo Valor Deducido Corregido.

Nº	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	Q	CDV
1.00	7.95	7.95	1.00	7.95

Fuente: Propia.

C. Cálculo del PCI.

MAX. CDV	7.95
PCI	92.05
SEVERIDAD	EXCELENTE

Fuente: Propia.

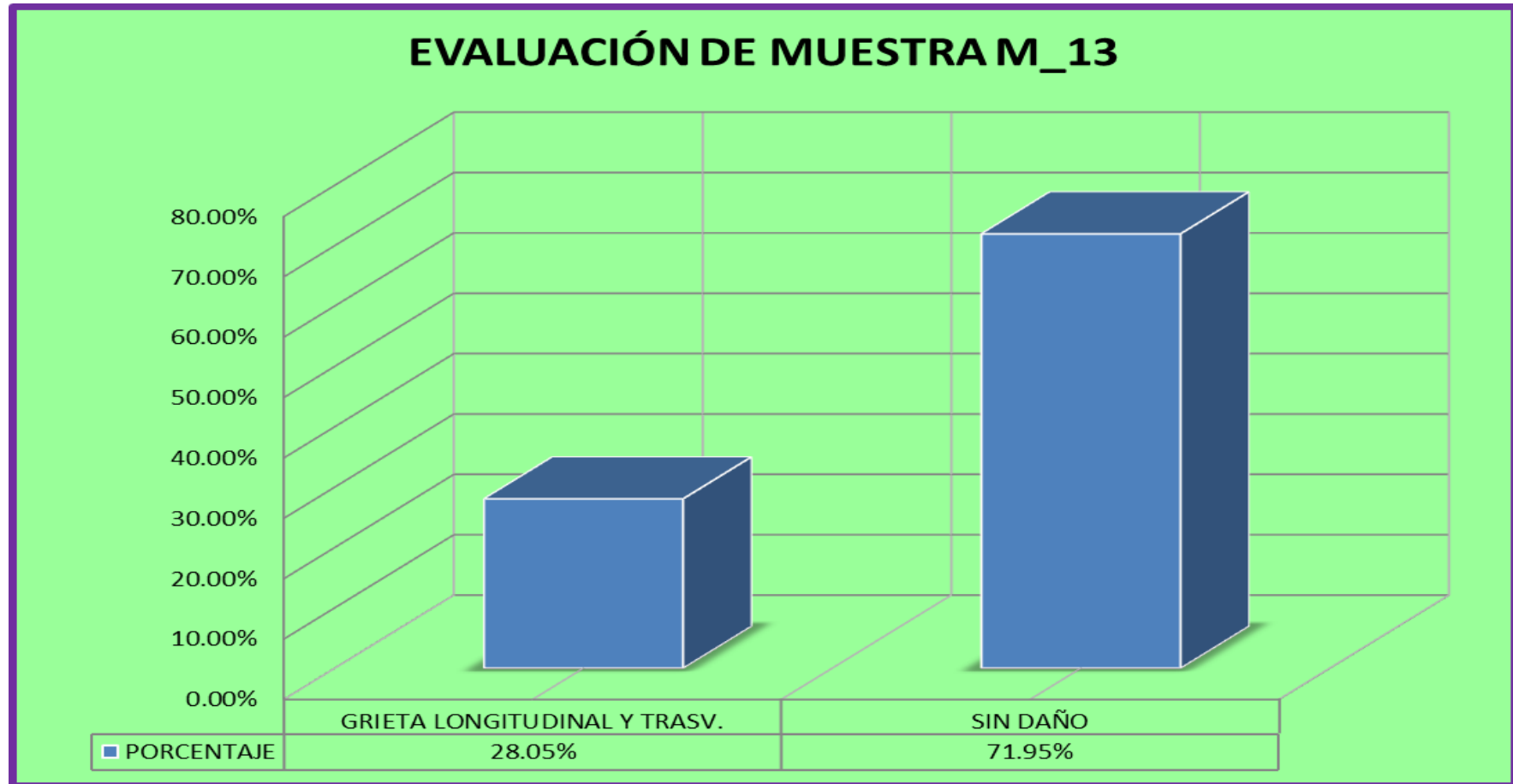
D. Patologías Encontradas En La Unidad De Muestra M_13.

Cuadro 10 Área De Porcentaje M_13

CUADRO DE AREA PORCENTAJE		
MUESTRA_13		AREA TOTAL 220
TIPO DE PATOLOGÍA	AREA m2	PORCENTAJE
GRIETA LONGITUDINAL Y	61.70	28.05%
SIN DAÑO	158.30	71.95%
TOTAL	220	100.00%

Fuente: Propia.



Gráfico 6 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_13



Fuente: Propia.

5.1.1.7.Evaluación De La Unidad De Muestra M_15

Ficha: 14 Unidad De Muestra M_15

Índice de Condición de Pavimento				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		
Av. Andres Awelino Cáceres- sección Av. Vice con Av Nte Sullana EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA						
UBICACIÓN:						
DEPARTAMENTO	Progresiva Inicio	UNIDAD DE MUESTREO				
PIURA	1+380	M_15				
PROVINCIA	Progresiva Final	ÁREA DE MUESTRA M2				
PIURA	1+340	220				
DISTRITO						
PIURA						
INSPECCIONADO POR				FECHA		
TOMAS ALBAN ZAPATA				10/01/2018		
EVIDENCIA						
No.	Daño	No.				Daño
1	Piel de cocodrilo.	11				Parqueo
2	Exudación	12				Pulimento de agregad
3	Agrietamiento en bloque.	13				Hueco
4	Abultamiento y hundimiento	14				Cruce de via férrea
5	Corrugación	15				Ahuellamiento
6	Depresión	16				Desplazamiento
7	Grieta de borde	17				Grieta parabólica
8	Grieta de flexión de junta.	18				Hinchamiento
9	Desnivel carril/ berma	19	Desprendimiento de agr			
10	Grieta long y trasversal					
Daño	Serevidad	Árez Parciales m2	Metros lineales	Área Total	Densidad	Valor reducido
12	-	21.00				
12	-	18.20				
12	-	4.2		43.40	19.73	6.42
10	M		5.10			
10	M		2.60			
10	M		1.60	9.30	4.23	3.53

Fuente: Propia.

B. Cálculo Del Máximo Valor Deducido Corregido.

N°	VALOR DEDUCIDO		TOTAL	Q	CDV
1	6.42	3.53	9.95	2	-
2	6.42	2	8.42	1	8.42

Fuente: Propia.

C. Cálculo del PCI.

MAX. CDV	8.42
PCI	91.58
SEVERIDAD	EXCELENTE

Fuente Propia

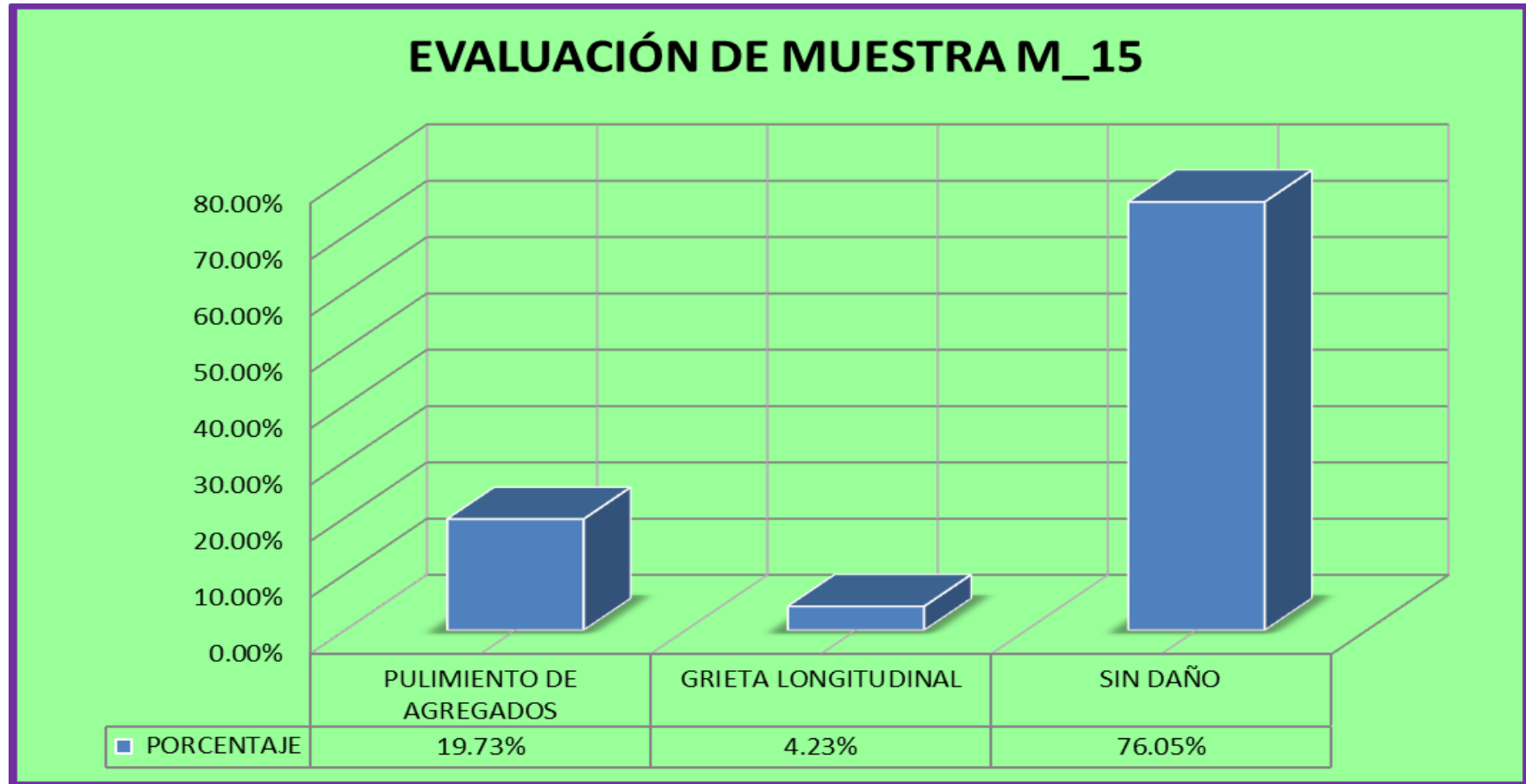
D. Patologías Encontradas En La Unidad De Muestra M_15.

Cuadro 11 Área De Porcentaje M_15

CUADRO DE AREA PORCENTAJE		
MUESTRA_15		AREA TOTAL m2 220
TIPO DE PATOLOGÍA	AREA m2	PORCENTAJE
PULIMIENTO DE AGREGADOS	43.40	19.73%
GRIETA LONGITUDINAL	9.30	4.23%
SIN DAÑO	167.30	76.05%
TOTAL	220.00	100.00%

Fuente: Propia.



Gráfico 7 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_15



Fuente: Propia.

5.1.1.8.Evaluación De La Unidad De Muestra M_17

Ficha: 15 Unidad De Muestra M_17

Índice de Condición de Pavimento				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE							
Av. Andres Awelino Cáceres- sección Av. Vice con Av Nte Sullana EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA											
UBICACIÓN:											
DEPARTAMENTO	Progresiva Inicio	UNIDAD DE MUESTREO									
PIURA	1+300	M_17									
PROVINCIA	Progresiva Final	ÁREA DE MUESTRA M2									
PIURA	1+260	220									
DISTRITO											
PIURA											
INSPECCIONADO POR				FECHA							
TOMAS ALBAN ZAPATA				10/01/2018							
				EVIDENCIA							
											
						No.	Daño	No.	Daño		
						1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo		
						2	Exudación	12	Pulimento de agregados		
						3	Agrietamiento en bloque.	13	Hueco		
						4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de vía férrea		
						5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
						6	Depresión	16	Desplazamiento		
						7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica		
						8	Grieta de flexión de junta.	18	Hinchamiento		
						9	Desnivel carril/ berma	19	Desprendimiento de agri		
10	Grieta long y trasversal										
Daño	Serevidad	Árez Parciales m2		Área Total	Densidad	Valor reducido					
12	-	7									
12	-	11.9									
12	-	6		24.9	11.32	3.90					
17	L	3.00									
17	L	2.50		5.50	2.50	12.20					
1	H	1.20		1.20	0.55	23.37					

Fuente: Propia.

B. Cálculo Del Máximo Valor Deducido Corregido.

N°	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	Q	CDV
1.00	23.37	12.20	3.90	39.47	3.00	23.63
2.00	23.37	12.20	2.00	37.57	2.00	28.06
3.00	23.37	2.00	2.00	27.37	1.00	27.37

Fuente: Propia.

C. Cálculo del PCI.

MAX. CDV	28.06
PCI	71.94
SEVERIDAD	MUY BUENO

Fuente: Propia.

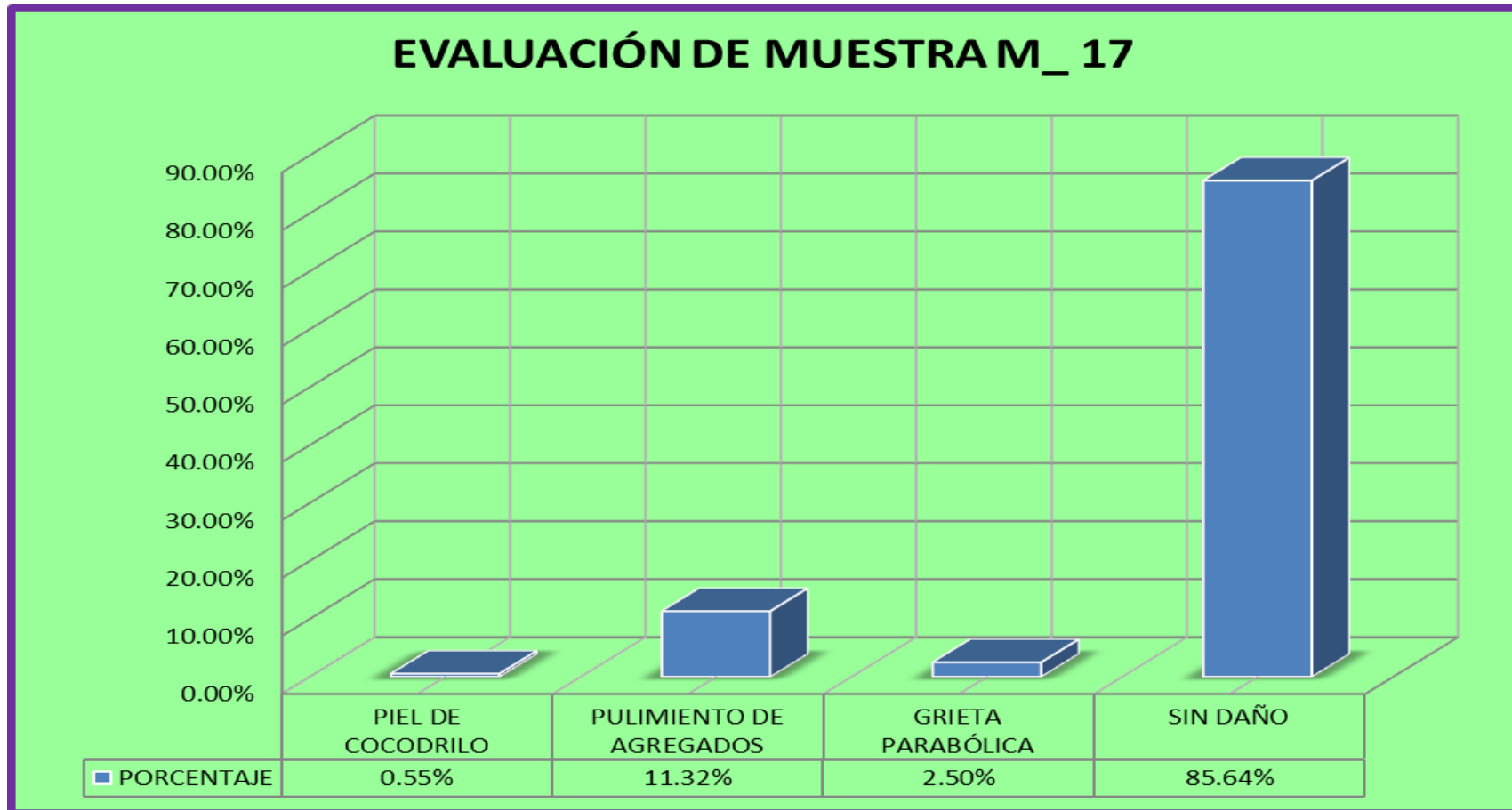
D. Patologías Encontradas En La Unidad De Muestra M_17.

Cuadro 12 Área De Porcentaje M_17

CUADRO DE AREA PORCENTAJE		
MUESTRA_17		AREA TOTAL 220
TIPO DE PATOLOGÍA	AREA m2	PORCENTAJE
PIEL DE COCODRILO	1.20	0.55%
PULIMIENTO DE AGREGADOS	24.90	11.32%
GRIETA PARABÓLICA	5.50	2.50%
SIN DAÑO	188.40	85.64%
TOTAL	220.00	100.00%

Fuente: Propia.



Gráfico 8 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_17



Fuente: Propia.

5.1.1.9. Evaluación De La Unidad De Muestra M_19

Ficha: 16 Unidad De Muestra M_19

Índice de Condición de Pavimento			 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE			
Av. Andres Avelino Cáceres- sección Av. Vice con Av Nte Sullana EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTRA						
<i>UBICACIÓN:</i>						
DEPARTAMENTO	<i>Progresiva Inicio</i>	UNIDAD DE MUESTREO				
PIURA	1+220	M_19				
PROVINCIA						
PIURA	<i>Progresiva Final</i>	ÁREA DE MUESTRA M2				
DISTRITO	1+180	220				
PIURA						
<i>INSPECCIONADO POR</i>		<i>FECHA</i>	EVIDENCIA			
TOMAS ALBAN ZAPATA		10/01/2018				
No.	Daño	No.				Daño
1	Piel de cocodrilo.	11				Parcheo
2	Exudación	12				Pulimento de agregad
3	Agrietamiento en bloque.	13				Hueco
4	Abultamiento y hundimiento	14				Cruce de via férrea
5	Corrugación	15				Ahuellamiento
6	Depresión	16				Desplazamiento
7	Grieta de borde	17				Grieta parabolica
8	Grieta de flexión de junta.	18				Hinchamiento
9	Desnivel carril/ berma	19	Desprendimiento de agr:			
10	Grieta long y trasversal					
Daño	Serevidad	Árez Parciales m2	Área Total	Densidad	Valor reducido	
10	M	1.50				
10	M	5.50				
10	M	5.50	12.50	5.68	12.18	
12	-	7.00				
12	-	80.00	87.00	39.55	9.94	

Fuente Propia

B. Cálculo Del Máximo Valor Deducido Corregido.

N°	VALOR DEDUCIDO		TOTAL	Q	CDV
1	12.18	9.94	22.12	2	15.69
2	12.18	2	14.18	1	14.18

Fuente: Propia.

C. Cálculo del PCI.

MAX. CDV	15.69
PCI	84.31
SEVERIDAD	MUY BUENO

Fuente: Propia.

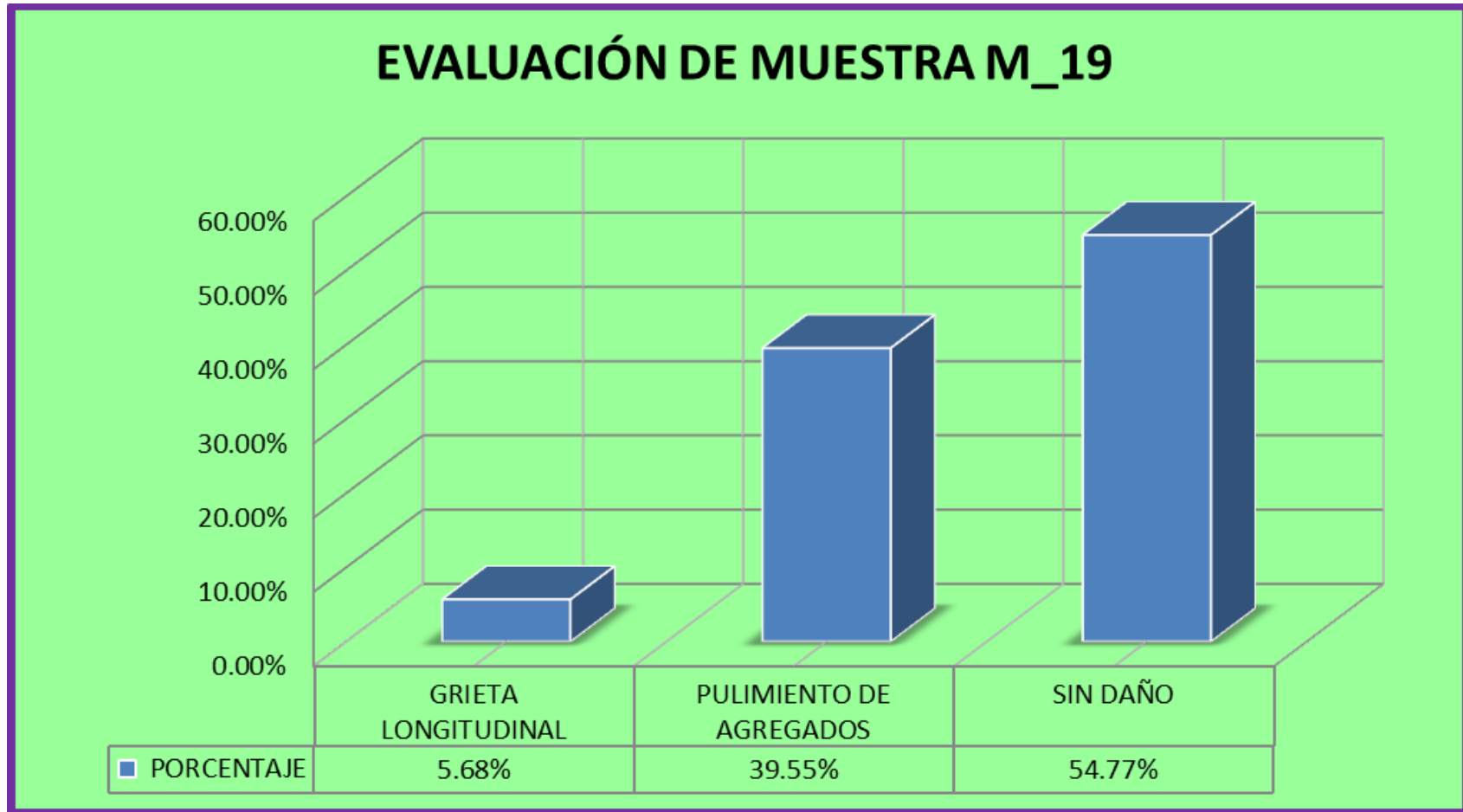
D. Patologías Encontradas En La Unidad De Muestra M_19.

Cuadro 13 Área De Porcentaje M_19

CUADRO DE AREA PORCENTAJE		
MUESTRA_19		AREA TOTAL 220
TIPO DE PATOLOGÍA	AREA m2	PORCENTAJE
GRIETA LONGITUDINAL	12.50	5.68%
PULIMIENTO DE AGREGADOS	87.00	39.55%
SIN DAÑO	120.50	54.77%
TOTAL	220.00	100.00%

Fuente Propia

Gráfico 9 Porcentaje De Patologías Encontradas En Muestra M_19



Fuente: Propia.

5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Unidad De Muestra M_3.

Las severidades encontradas en las patologías encontradas fueron:

A patología Pulimiento de agregados no se le considera severidad.

Ahuellamiento con un nivel de severidad LEVE.

Unidad De Muestra M_5.

Las severidades encontradas en las patologías encontradas fueron:

Piel de Cocodrilo con un nivel de severidad MEDIO.

Abultamiento y Hundimiento con un nivel de severidad ALTO.

Grieta Longitudinal y Trasversal con un nivel de severidad MEDIO.

Pulimiento de agregados no se le considera nivel de severidad.

Hueco con un nivel de severidad ALTO.

Ahuellamiento con un nivel de severidad ALTO.

Unidad De Muestra M_7.

Las severidades encontradas en las patologías encontradas fueron:

Grieta Longitudinal y Trasversal con un nivel de severidad MEDIO.

Pulimiento de agregados no se le considera nivel de severidad.

Ahuellamiento con un nivel de severidad ALTO.

Hinchamiento con un nivel de severidad ALTO.

Unidad De Muestra M_9.

Las severidades encontradas en las patologías encontradas fueron:

Grieta Longitudinal y Trasversal con un nivel de severidad MEDIO.

Pulimiento de agregados no se le considera nivel de severidad.

Ahuellamiento con un nivel de severidad MEDIO.

Unidad De Muestra M_11.

Las severidades encontradas en las patologías encontradas fueron:

Piel de Cocodrilo con un nivel de severidad MEDIO.

Depresión con un nivel de severidad MEDIO.

Ahuellamiento con un nivel de severidad MEDIO.

Grieta Longitudinal y Trasversal con un nivel de severidad MEDIO.

Unidad De Muestra M_13.

Las severidades encontradas en las patologías encontradas fueron:

Pulimiento de agregados no se le considera nivel de severidad.

Unidad De Muestra M_15.

Las severidades encontradas en las patologías encontradas fueron:

Pulimiento de agregados no se le considera nivel de severidad.

Grieta Longitudinal y Trasversal con un nivel de severidad MEDIO.

Unidad De Muestra M_17.

Las severidades encontradas en las patologías encontradas fueron:

Piel de Cocodrilo con un nivel de severidad MEDIO.

Pulimiento de agregados no se le considera nivel de severidad.

Grieta Parabólica con un nivel de severidad BAJO.

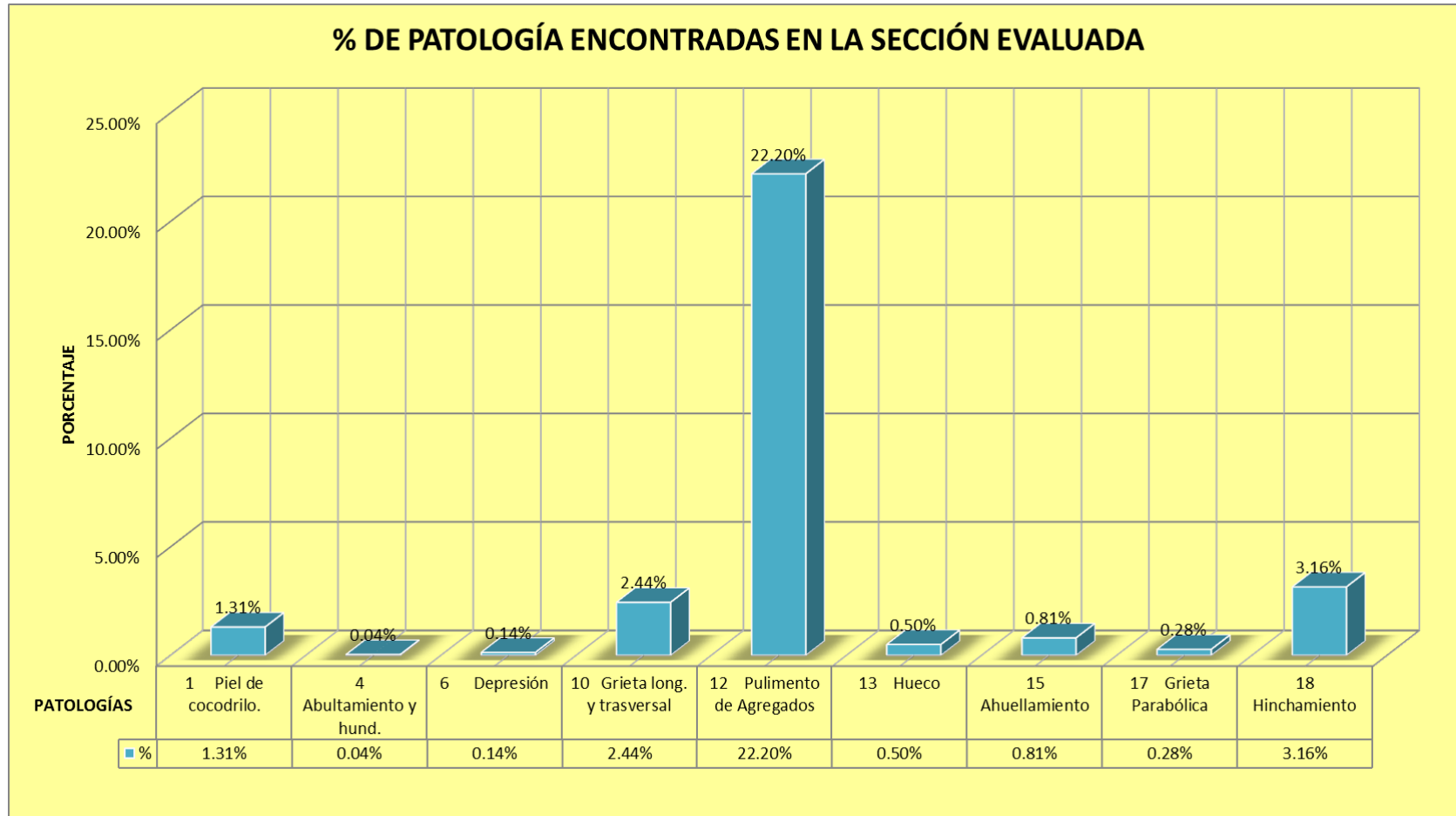
Unidad De Muestra M_19.

Las severidades encontradas en las patologías encontradas fueron:

Grieta Longitudinal y Trasversal con un nivel de severidad MEDIO.

Pulimiento de agregados no se le considera nivel de severidad.

Gráfico 10 Porcentaje De Patología En Las 9 Unidades Evaluadas 100% De Área de Estudio,



Fuente Propia

Interpretación:

Observamos el resumen de mas patologias encontradas en las 9 muestras evaluadas, podemos decir que:

De los 1980 m² evaluados, 100% de capa de rodadura en Av. Andrés Avelino Cáceres entre av. Vice y av. Sullana Norte, se encontraron los siguientes porcentajes:

Piel de Cocodrilo 1.31%

Abultamiento y Hundimiento 0.04%

Depresión 0.14%

Grieta Longitudinal y Trasversal 2.44%

Pulimiento de Agregados 22.20%

Hueco 0.50%

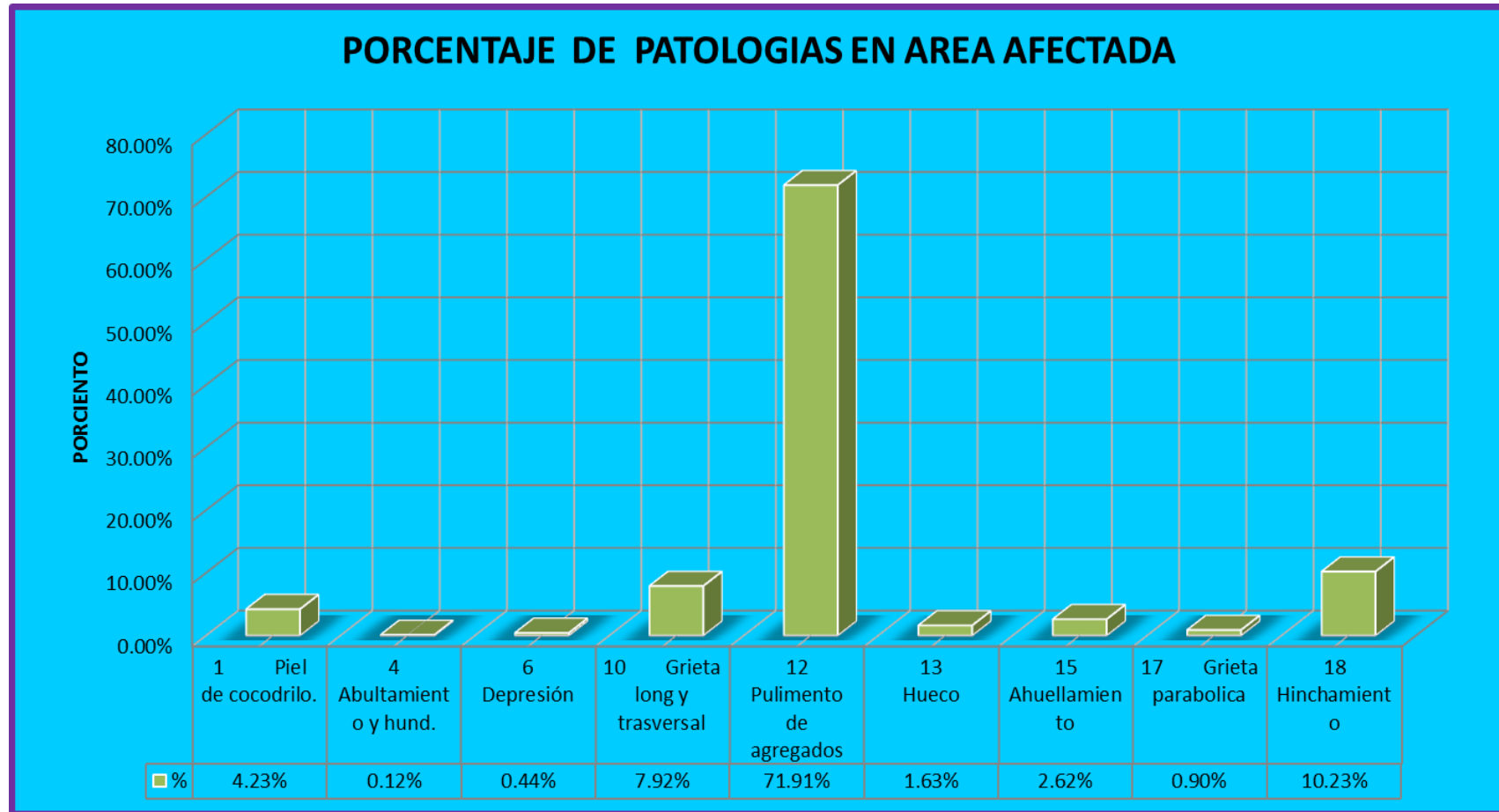
Ahuellamiento 0.81%

Grieta Parabólica 0.28%

Hinchamiento 3.13%

Siendo la patología de Pulimiento de Agregados la de mayor incidencia.

Gráfico 11 Porcentaje De Las Patología En Área Afectada



Fuente Propia

Interpretación:

Los 611.15.m² de patologías acumulada representan el 100%, observamos que la patología pulimiento de agregado representa un 71.91% de incidencia, y la de menor incidencia es abultamiento con 0.12%.

Piel de cocodrilo con 4.23%

Depresión con 0.44%

Grieta Longitudinal y Trasversal con 7.92%.

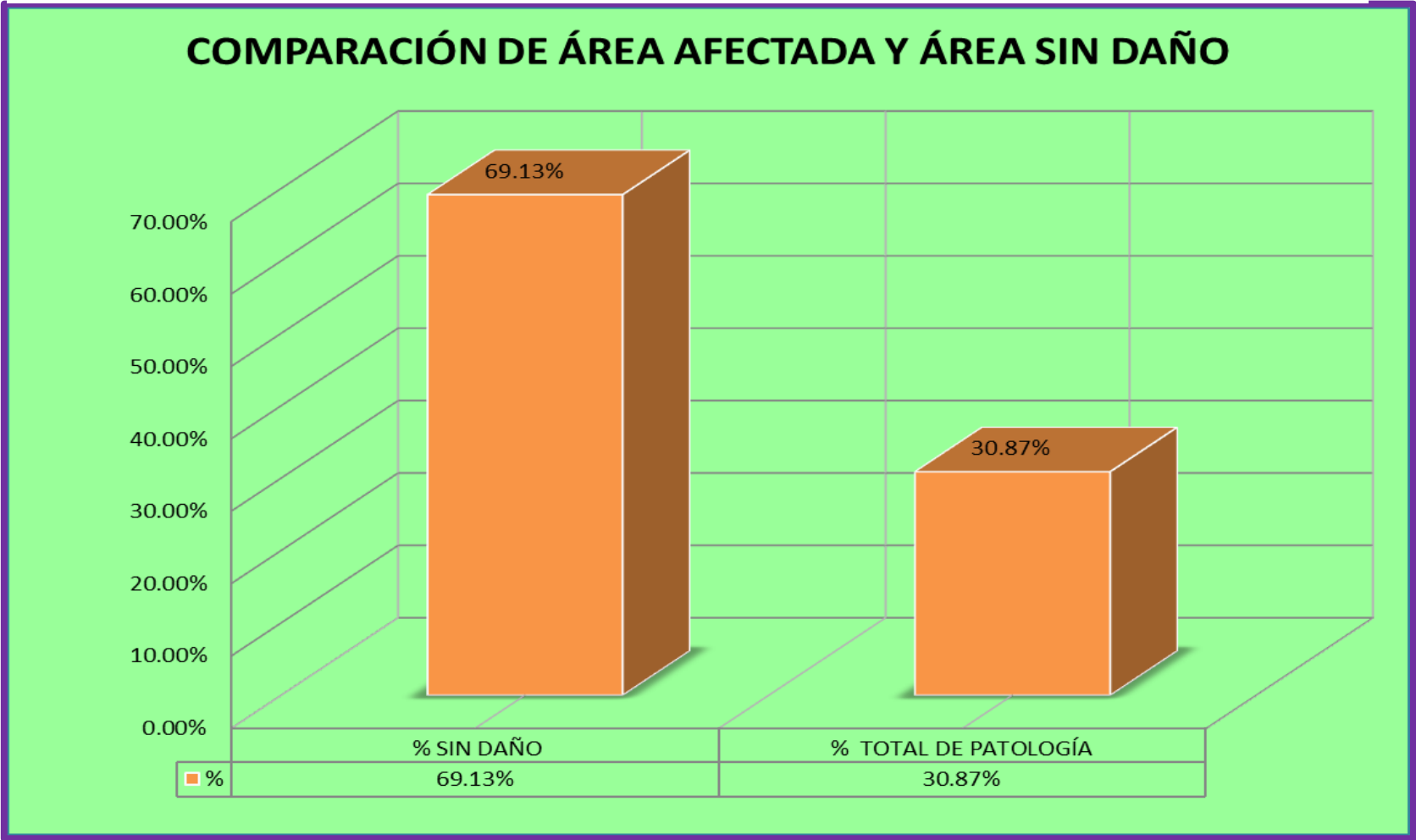
Hueco con 1.63%

Ahuellamiento con 2.62%

Grieta Parabólica con 0.90%

Hinchamiento con 10.23%

Gráfico 12 Evaluación de los 1980m2



Fuente Propia

Interpretación:

Observamos el resumen de área afecta con patologías.

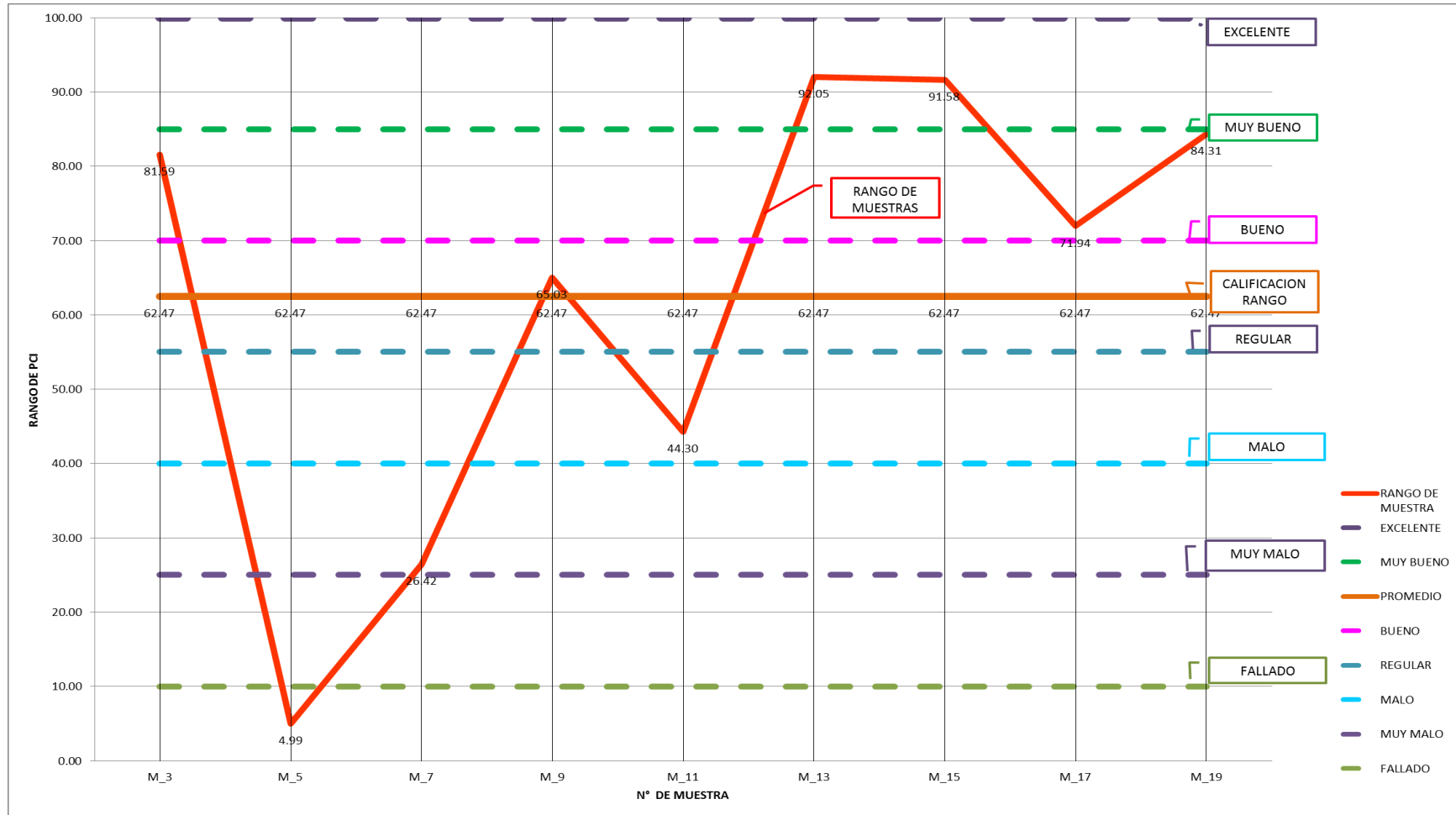
De los 1980 m² evaluados, 100% de capa de rodadura en av. Andrés Avelino Cáceres entre av. Vice y av. Sullana Norte el 30.87% se encontró con patologías y el 69.13% no presentó patologías.

Cuadro De Calificación Para Las Muestras Evaluadas

N° MUESTRA	RANGO DE MUESTRA	CALIFICACIÓN
M_3	81.59	MUY BUENA
M_5	4.99	FALLADO
M_7	26.42	MALO
M_9	65.03	BUENO
M_11	44.30	REGULAR
M_13	92.05	EXCELENTE
M_15	91.58	EXCELENTE
M_17	71.94	MUY BUENO
M_19	84.31	MUY BUENO
PROMEDIO	62.47	BUENO

Fuente Propia

Gráfico 13 Calificación De Las Muestras Y Condición De La Capa De Rodadura En Estudio



Fuente Propia

Interpretación:

En el gráfico podemos observar que la muestra mayor rango es la muestra M_13, con 92.05 y una calificación de Muy Buena, según PCI.

La muestra de menor rango es la muestra M_3, con 4.99 y una calificación de Fallada.

El índice de condición del pavimento en la capa de rodadura del pavimento flexible en av. Andrés Avelino Cáceres entre av. Vice y av. Sullana Norte, es de BUENA.

VI. CONCLUSIONES.

De Acuerdo con los resultados obtenidos se concluye:

Las patologías encontradas son, piel de cocodrilo con 25.85 m² y un 1.31%, Abultamiento y Hundimiento con 0.75 m² y un 0.04%, Depresión con 2.70 m² y un 0.14%, Grieta Longitudinal y Trasversal con 48.40 m² y un 2.44%, Pulimiento de Agregados con 439.50 m² y un 22.20%, Hueco con 9.95 m² y un 0.50%, Ahuellamiento con 16 m² y un 0.81%, Grieta Parabólica con 5.50 m² y un 0.28%, Hinchamiento con 62.50 m² y un 3.16%.

La patología de mayor incidencia es Pulimiento de Agregados con 22.20 %.

El índice de condición que presenta la capa de rodadura es de rango de 62.47 con una calificación de BUENA.

VII. RECOMENDACIONES.

SE PRESENTAN LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES.

- ✓ Generalizar el empleo del método PCI, como método de evaluación superficial a nivel de proyecto y de gestión de mantenimiento vial en nuestra región.
- ✓ Aplicar métodos de tratamientos y conservación vial periódicamente con el fin de que las patologías presentes no sigan causar daños significativos en la carpeta asfáltica.
- ✓ Para disminuir la patología con mayor incidencia lo recomendable es Realizar un riego asfáltico sobre la superficie de rodadura del pavimento flexible evaluado.
- ✓ Para disminuir la patología con mayor incidencia se colocaría una lechada asfáltica, la cual consiste en combinar agregados bien graduados con emulsión asfáltica, agua, filler y aditivos, la cual es aplicada en una capa fina para recubrir y proteger la carpeta. Proporciona una superficie muy resistente al desgaste.
- ✓ Para reparar la patología de hinchamiento, que es la segunda que presenta mayor incidencia, se recomienda un Parchado Profundo con Mezclas en Frío: comprende la excavación y remoción del pavimento, bases y subbases por reemplazar, la colocación y compactación de la base de reemplazo, la imprimación de la base, el riego de liga, y la preparación de la mezcla asfáltica en frío diseñada y fabricada especialmente o del tipo almacenable, su transporte, colocación y compactación.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

- (1) Maria B. Narhen V. Diego P. Hayderth F. Rafael M.⁽¹⁾ Patología De Los Pavimentos Flexibles _ Colombia 2013**
- (2) Catálogo De Deterioros De Pavimento Flexible, Consejo De Directores De Carreteras De Iberia E Iberoamérica, Colección De Documentos Volumen N° 11, Chile - Año 2002. P. 26.**
- (3) Carlos W. _ Christian M. (3) Comparación De Diseños De Pavimentos Flexibles Nuevos Según El Método De Diseño Aashto 93, La Normativa Chilena Vigente Y La Guía De Diseño De Pavimentos Empírico-Mecánica Nchrp 1-37^a – Chile 2007**
- (4) Rafael H. _ José F. _ José B.(4). Manual De Mantenimiento En Vías Urbanas, Utilizando Mezcla Asfáltica En Caliente, Tibia Y En Frio. El Salvador - 2012.**
- (5) Jimmy C. Antonio, Título: Propuesta De Metodología Complementaria A Los Diseños De Pavimentos Según Aashto 93(Trabajo De Titulación Previo A La Obtención Del Título De: Ingeniero Civil), Ecuador, 2014.**
- (6) Antony V. Título: Evaluación Del Estado Funcional Y Estructural Del Pavimento Flexible Mediante La Metodología Pci Tramo Quichuay -Ingenio Del Km 0+000 Al Km 1+000 2014. Perú -2015.(Tesis Para Optar El Título Profesional De Ingeniero Civil)**
- (7) Katia H. - "Análisis Superficial De Pavimentos Flexibles Para El Mantenimiento De Vías En La Región De Puno." (Para Optar El Grado Académico De Magister En Ingeniería Civil) Juliaca - Perú 2015.**

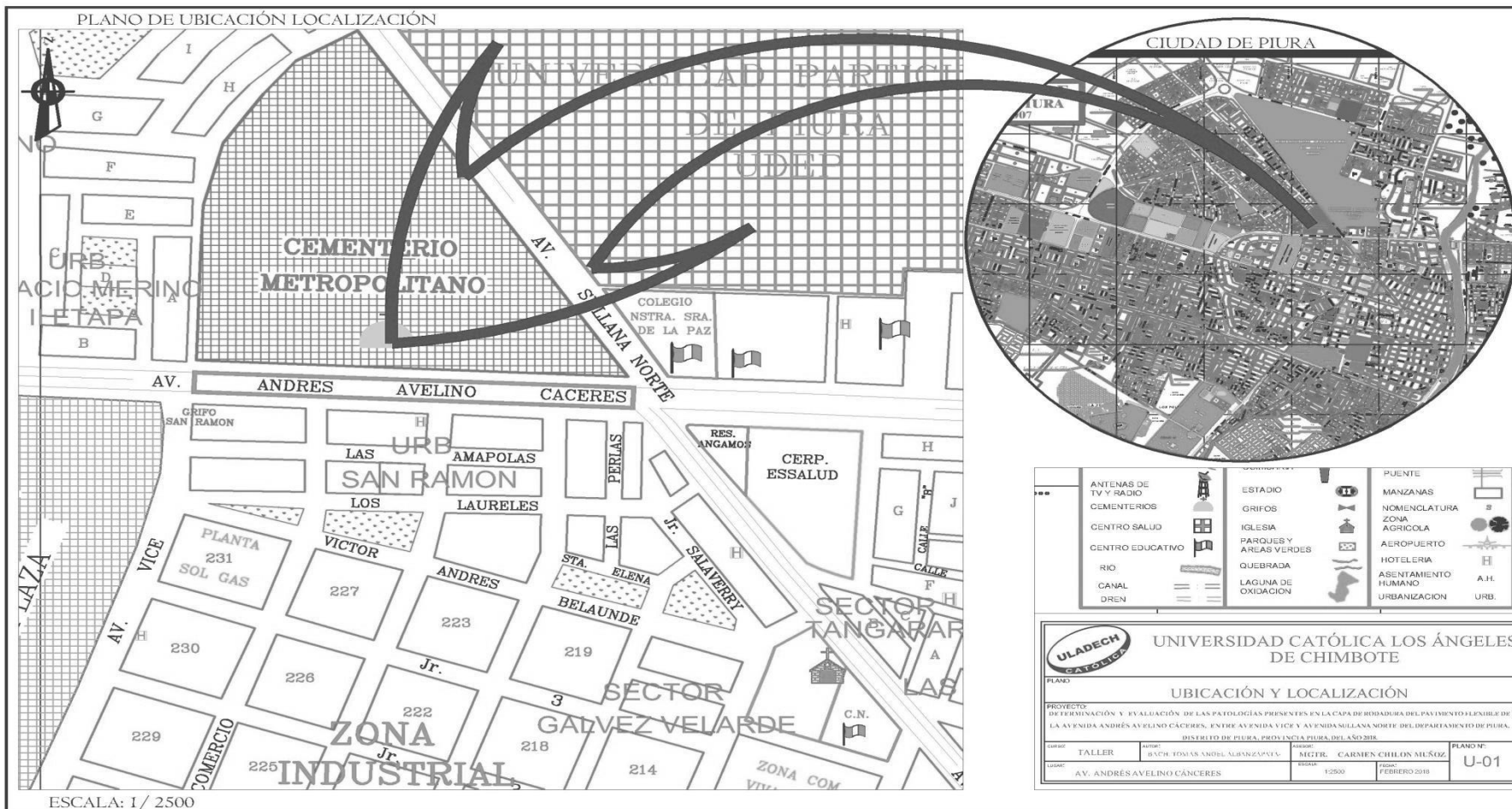
- (8) Néstor H.- La Deformación Permanente En Las Mezclas Asfálticas Y El Consecuente Deterioro De Los Pavimentos Asfálticos En El Perú. (Tesis Para Optar El Grado Académico De Maestro En Ciencias Con Mención En Ingeniería De Transportes) Lima, Perú 2011.
- (9) Edgar R. “Cálculo Del Índice De Condición Del Pavimento Flexible En La Av. Luis Montero, Distrito De Castilla-Piura-Perú-2009”(Tesis Para Optar El Título De Ingeniero Civil)
- (10) Karla G., Cálculo Del Índice De Condición Aplicado En Pavimento Flexible De La Av. Las Palmeras De Piura,(Tesis Para Optar El Título De Ingeniero Civil), Piura, Diciembre 2009
- (11) Rodríguez, E. "Cálculo Del Índice De Condición De Pavimento Flexible En La Av. Luis Montero, Distrito De Castilla - Piura". [Tesis Para La Obtención Del Título De Ingeniero Civil] .Piura; 2009
- (12) Método Aashto 93 Para El Diseño De Pavimentos Rígidos, Capítulo I Extraído De Universidad De Piura (Udep). Guía Para El Diseño De Estructuras De Pavimentos”, 1993.
- (13) American Concrete Pavement Associationacpa, Subrasantes Y Subbases Para Pavimentos De Concreto De La American Concrete Pavement Association .
- (14) Asociación De Productores Del Cemento Del Perú Asocem. “Guía Para El Reconocimiento De Fallas En Pavimentos Rígidos”.
- (15) Standard Nomenclature And Defnitions For Pavement Components And Defciencias. Spe. Cial Report No. 113, Highway Research Board, Washington, D.C. (1970).

- (16) Rosa Z. Jefa Sub Departamento Tecnológico Y Materiales Curso Laboratorista Vial C Chile - Junio, 2015.
- (17) Alfonso R. _ Hermilo Del C., La Ingeniería De Suelos En La Vías Terrestres. México - 1984
- (18) Jorge S. Capítulo I, Ligantes Asfálticos Y Sellos De Juntas Chile - 2015.
- (19) Olivera, Pavimentos Flexibles 1994
- (20) Ronald M. _ Carlos B._ Jorge A._ Referencia: Cuaderno Firp S365a, Versión #1 (2008), Editado Y Publicado Por: Laboratorio Firp Escuela De Ingeniería Química, Universidad De Los Andes Mérida 5101. Venezuela - 2018
- (21) Fabricio L. Diseño De Una Estructura De Pavimento Perpetuo, Costa Rica.
- (22) Simón S. , Blog Obras Civiles, Pavimentos Articulado. Colombia – 2009.
- (23) Luis V. Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras. Colombia – 2002.
- (24) Albert E. Mein Weltbild 1955.

ANEXOS:

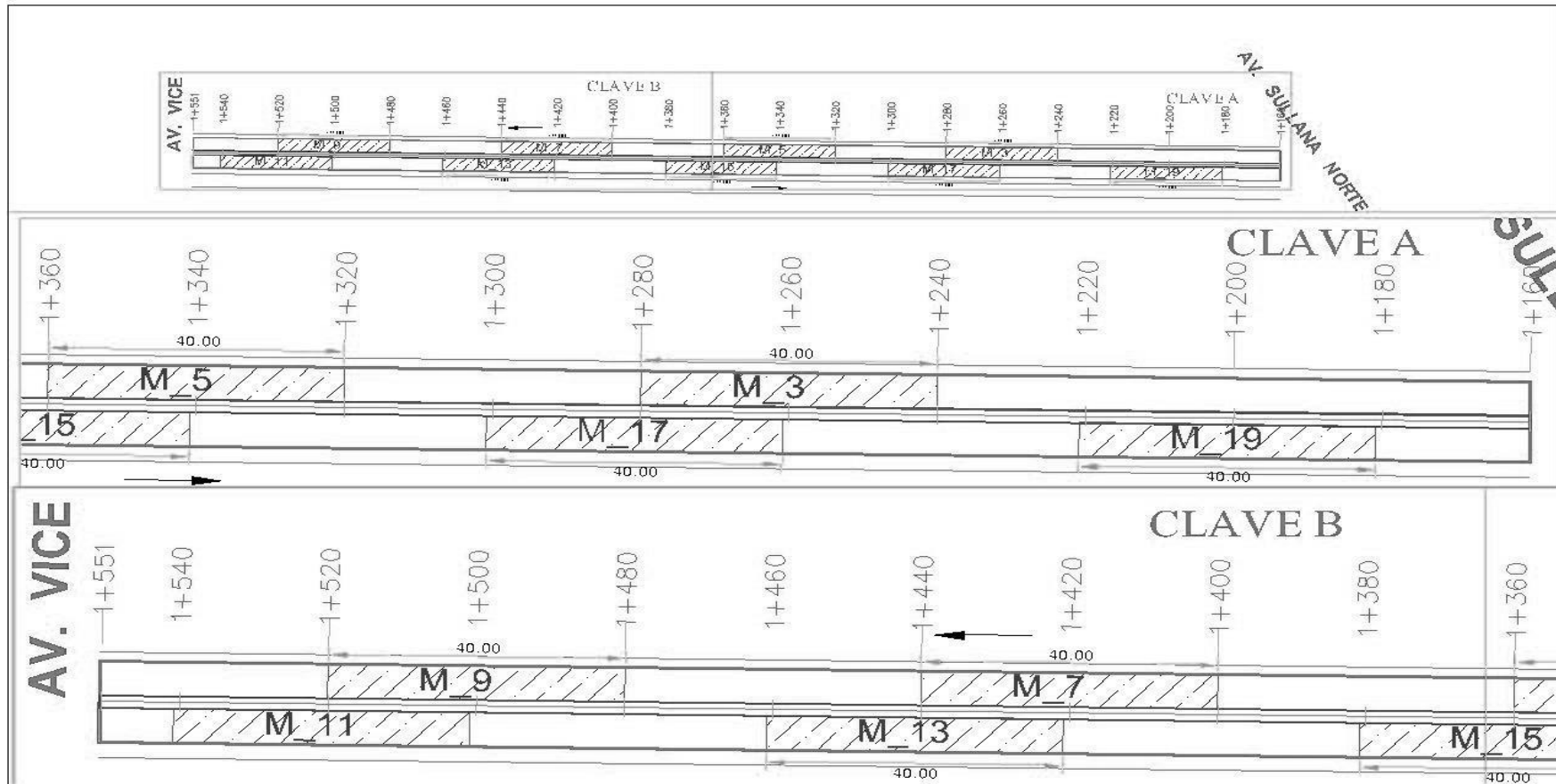
Anexo N° 1 : Ubicación De La Sección En Estudio

Ubicación De La Sección En Estudio



Fuente Propia

PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDAD DE MUESTRAS



Fuente Propia

**Anexo N°2 Fotografías Avenida Andrés Avelino Cáceres, Entre Avenida Vice
Y Avenida Sullana.**

Figura_36 Grieta Trasversal



Fuente Propia

Figura_37 Grieta Trasversal



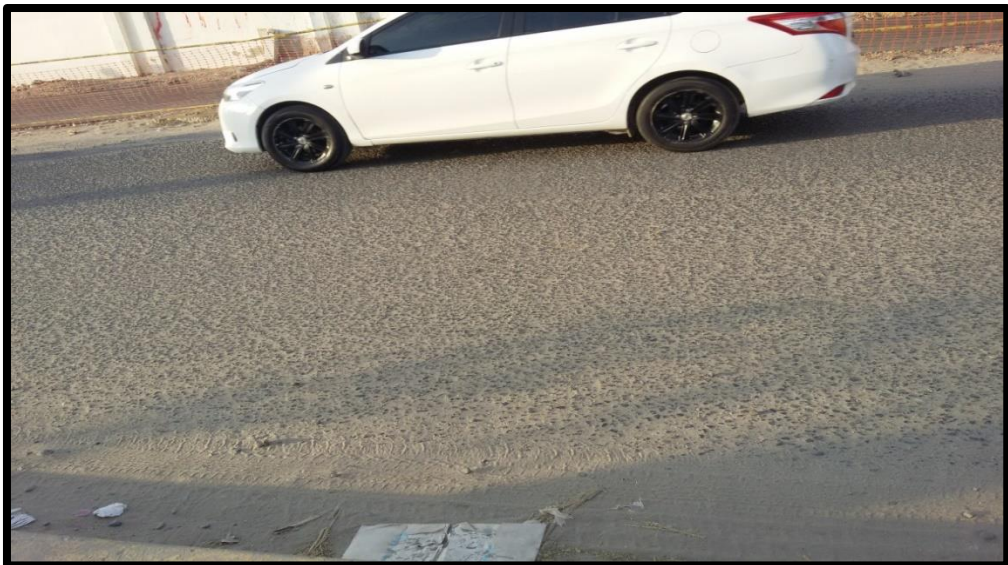
Fuente Propia

Figura_ 38 Ahuellamiento



Fuente Propia

Figura_ 39 Pulimiento de Agregados



Fuente Propia

Figura_ 40 Pulimiento de Agregado



Fuente Propia

Figura_ 41 Piel De Cocodrilo



Fuente Propia

Figura_ 42 Hueco



Fuente Propia 3

Figura_ 43 Pulimiento de Agregados



Fuente Propia

Figura_ 44 Medición De La Patología



Fuente Propia

Figura_ 45 Medición De Las Profundidad De Una De Las Patologías



Fuente Propia

Figura_ 46 Medición De Las Patologías Presente



Fuente Propia

Figura_ 47 Medición De La Profundidad De Las Patologías



Fuente Propia

Figura_ 48 Pulimiento de Agregados.



Fuente Propia

Figura_ 49 Espesor De La Capa De Rodadura



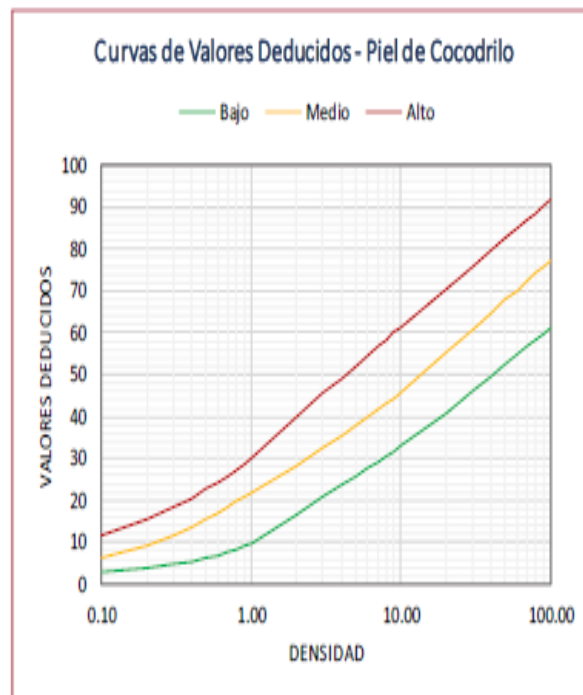
Fuente Propia

Anexo N°3 Curvas Deducidas para Interpolar.

Curva Deducidas 1 Para Piel de Cocodrilo

1. PIEL DE COCODRILO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

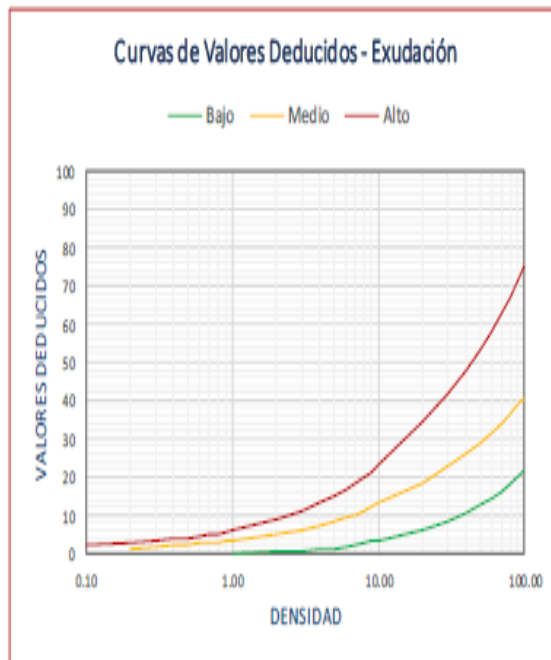


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 2 Para Exudación.

2. EXUDACIÓN

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			2.20
0.20		0.80	2.70
0.30		1.40	3.10
0.40		1.80	3.50
0.50		2.10	3.90
0.60		2.40	4.30
0.70		2.60	4.70
0.80		2.80	5.10
0.90		2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	18.20
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	23.00
20.00	5.90	18.30	34.10
30.00	8.20	22.40	41.60
40.00	10.30	25.80	47.90
50.00	12.40	28.80	53.40
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	16.20	34.00	63.00
80.00	18.10	36.40	67.30
90.00	19.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	75.10

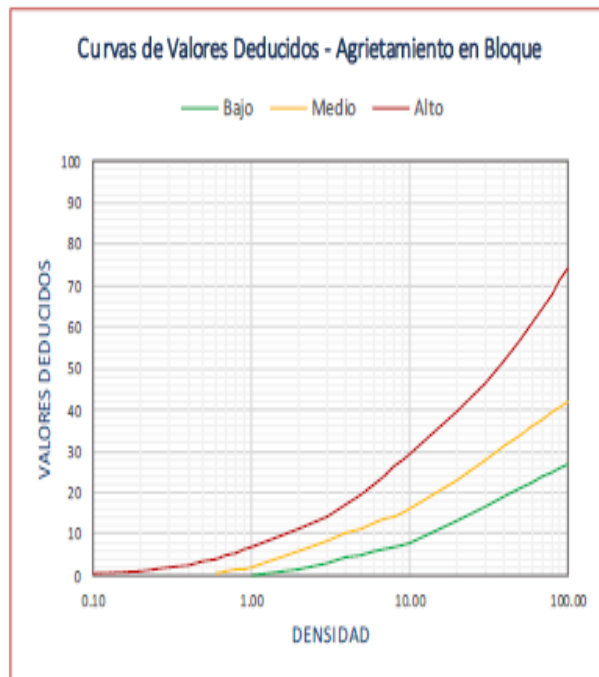


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 3 Para Agrietamiento en Bloque.

3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			0.20
0.20			0.90
0.30			1.70
0.40			2.40
0.50			3.20
0.60		0.40	3.90
0.70		0.80	4.70
0.80		1.20	5.40
0.90		1.50	6.20
1.00	0.00	1.70	7.00
2.00	1.30	5.80	11.10
3.00	2.90	8.20	14.30
4.00	4.10	10.00	17.00
5.00	5.00	11.30	19.50
6.00	5.70	12.50	21.90
7.00	6.30	13.40	24.00
8.00	6.90	14.20	26.10
9.00	7.40	14.90	28.00
10.00	8.00	16.00	29.50
20.00	13.10	22.90	39.60
30.00	16.50	28.00	46.40
40.00	19.00	31.10	51.90
50.00	20.90	33.80	56.60
60.00	22.40	35.90	60.80
70.00	23.70	37.70	64.60
80.00	24.80	39.30	68.00
90.00	25.80	40.70	71.20
100.00	26.70	42.00	74.20

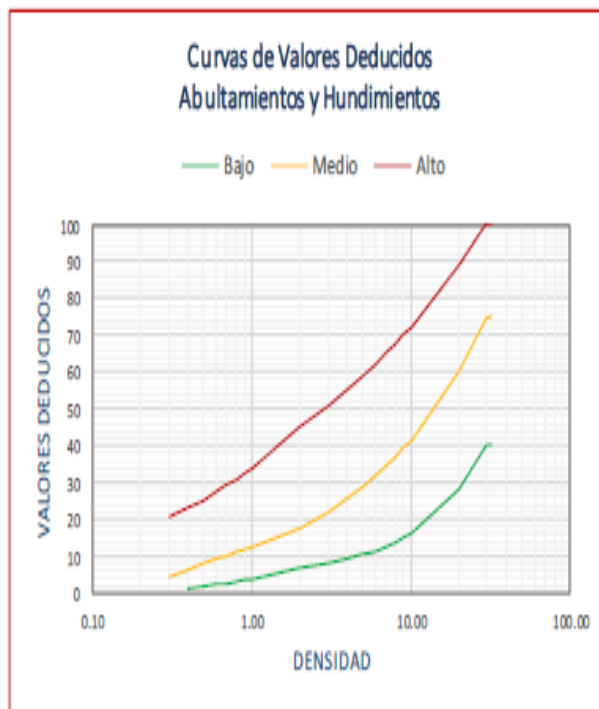


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 4 Para Abultamiento Y Hundimiento

4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30		4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

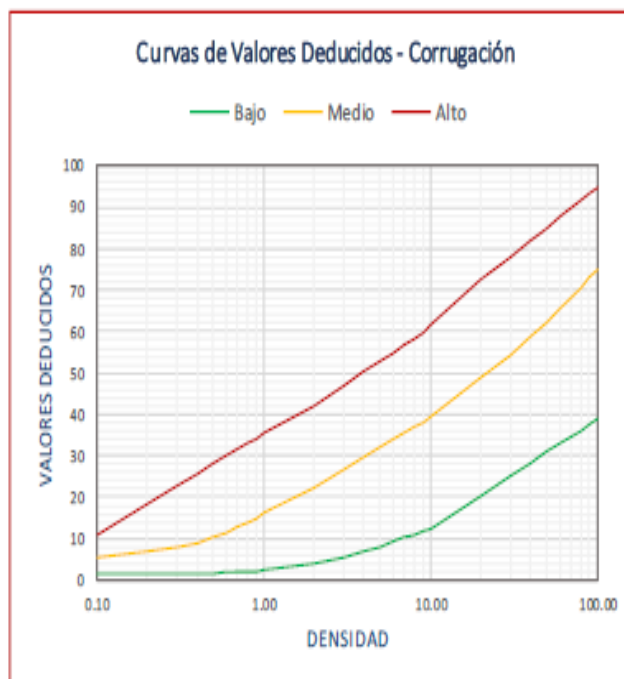


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 5 Para Corrugación

5. CORRUGACION

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80

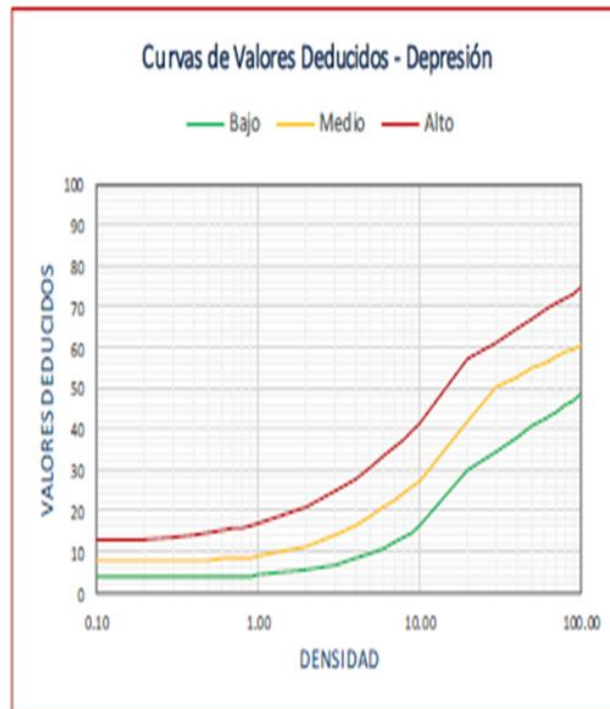


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 6 Para Depresión

6. DEPRESION

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50

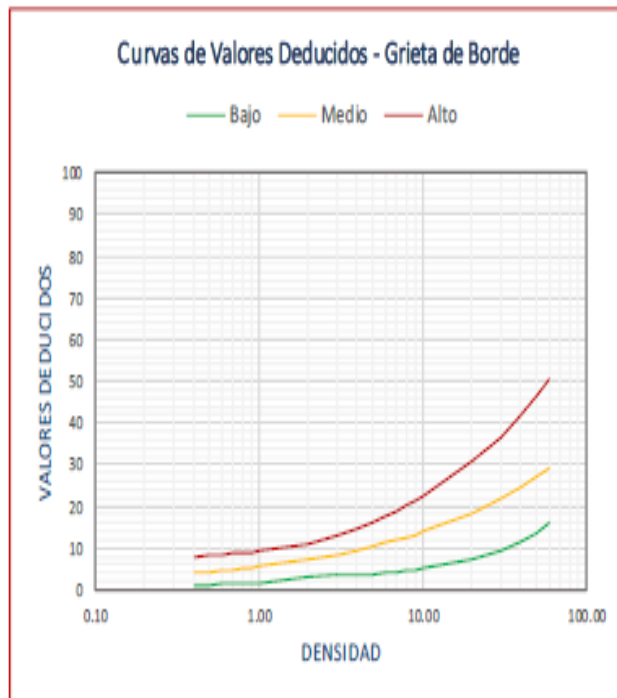


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 7 Prara Grieta De Bloque

7. GRIETA DE BORDE

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.70	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

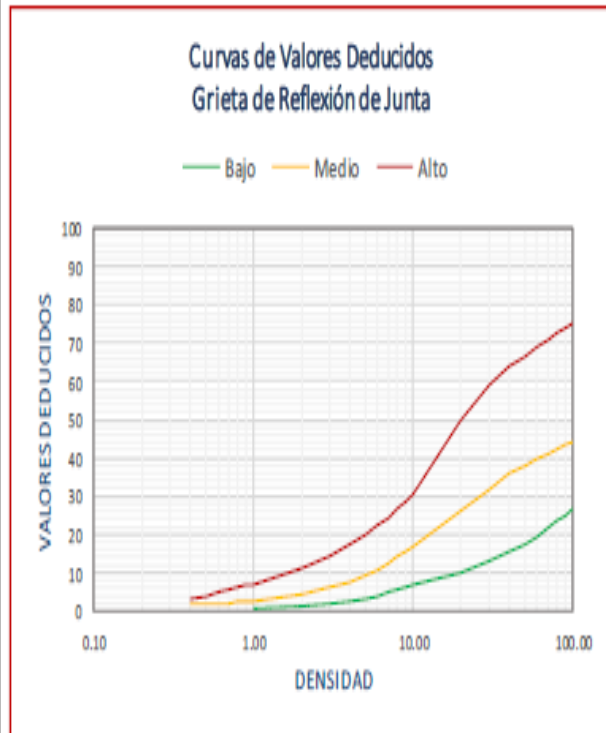


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 8 Para Grieta De Reflexión De Junta

8. GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40		1.60	2.80
0.50		1.80	4.00
0.60		2.00	5.00
0.70		2.10	5.80
0.80		2.30	6.50
0.90		2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.10
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.20	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30

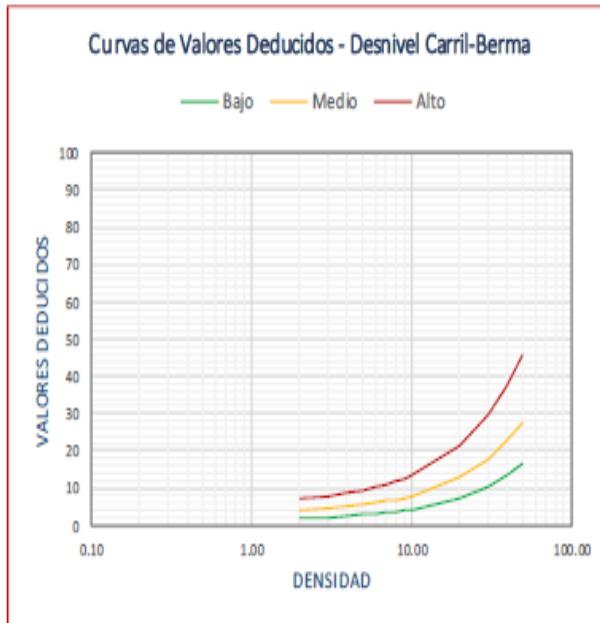


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 9 Para Carril - Berma

9. DESNIVEL CARRIL-BERMA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.60
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

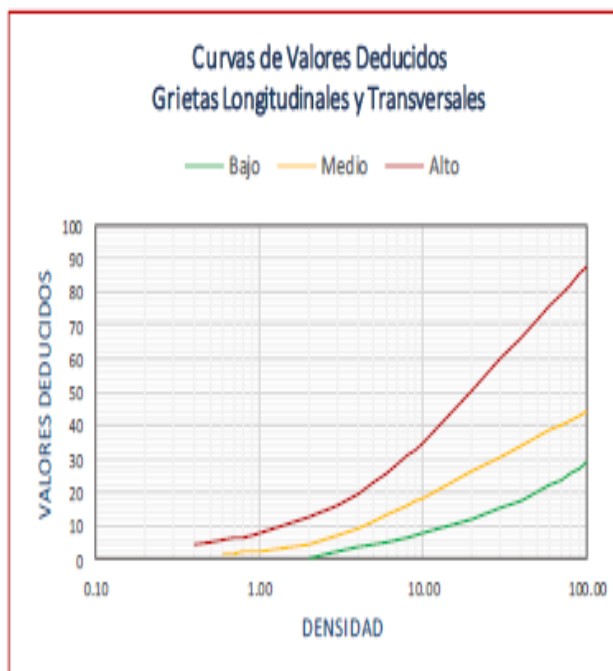


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 10 Para Grieta Longitudinales Y Transversales

10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			4.30
0.50			4.90
0.60		1.40	5.60
0.70		1.70	6.20
0.80		1.90	6.70
0.90		2.10	7.30
1.00		2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50

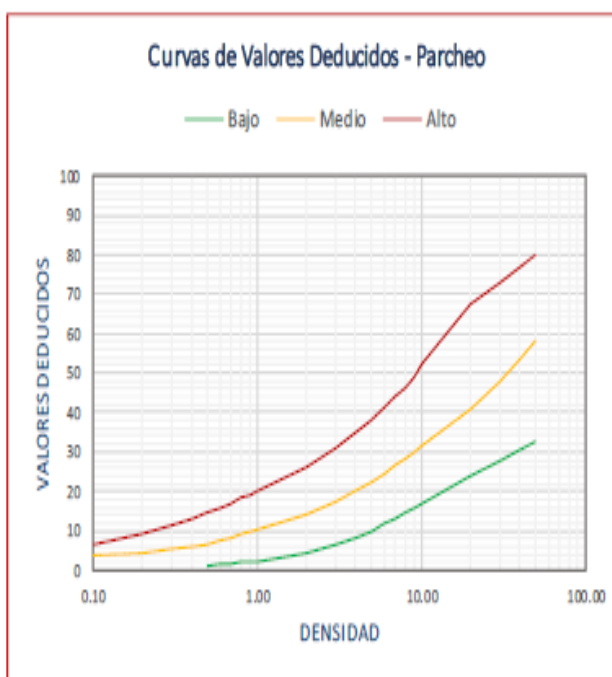


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 11 Para Parcheo

11. PARCHEO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		3.70	6.50
0.20		4.50	9.20
0.30		5.20	11.20
0.40		6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.00
1.00	2.30	10.10	20.00
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

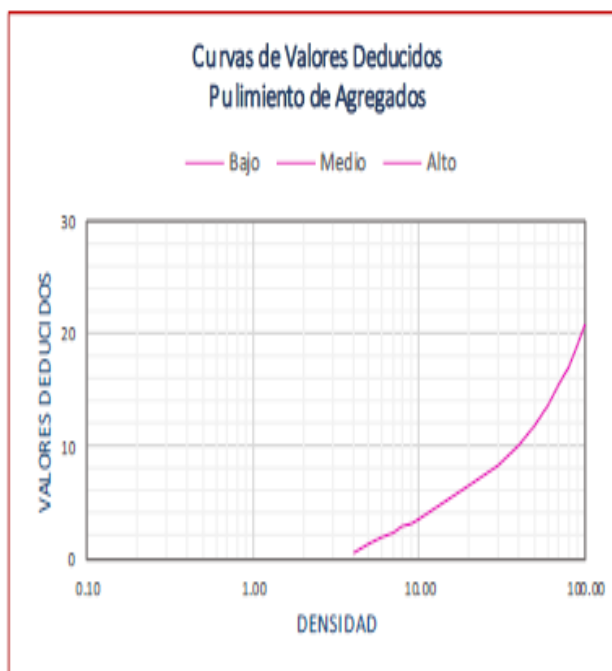


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 12 Para Pulimento De Agregados

12. PULIMENTO DE AGREGADOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.50	
5.00		1.20	
6.00		1.80	
7.00		2.30	
8.00		2.80	
9.00		3.10	
10.00		3.50	
20.00		6.50	
30.00		8.30	
40.00		10.10	
50.00		11.80	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.90	
100.00		20.70	

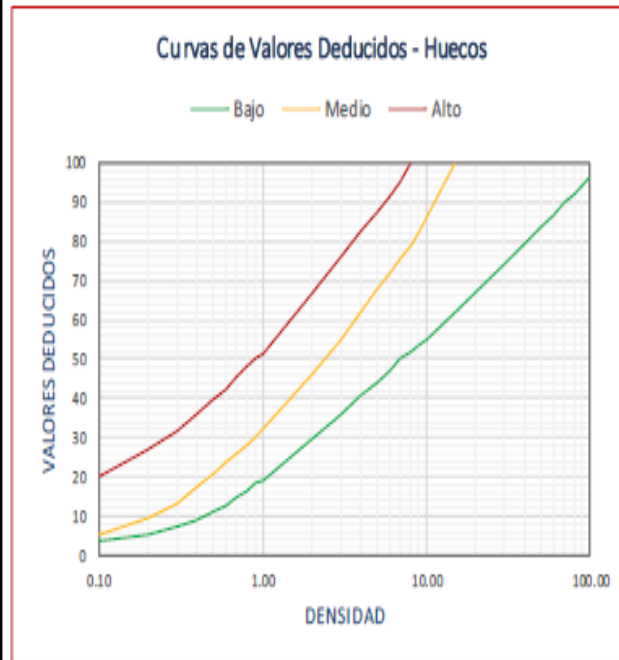


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 13 Para Hueco

13. HUCOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.0
9.00	53.30	82.00	
10.00	55.00	86.50	
15.00	62.00	100.00	
30.00	74.30		
40.00	79.50		
50.00	83.60		
60.00	87.00		
70.00	89.80		
80.00	92.20		
90.00	94.40		
100.00	96.30		

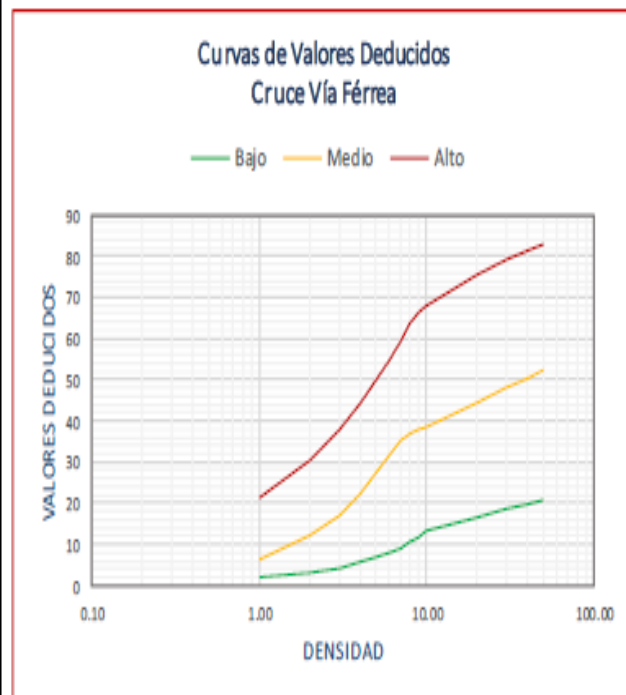


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 14 Para Cruce De Via Férrea

14. CRUCE DE VÍA FÉRREA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.00	6.50	21.20
2.00	3.20	12.10	30.60
3.00	4.40	17.20	37.90
4.00	5.60	22.20	44.20
5.00	6.80	27.00	49.70
6.00	8.00	31.70	54.70
7.00	9.20	35.00	59.40
8.00	10.50	36.80	63.80
9.00	11.70	37.70	66.00
10.00	13.10	38.60	68.00
20.00	16.50	44.50	75.60
30.00	18.50	48.00	78.90
40.00	19.90	50.40	81.20
50.00	20.90	52.30	83.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

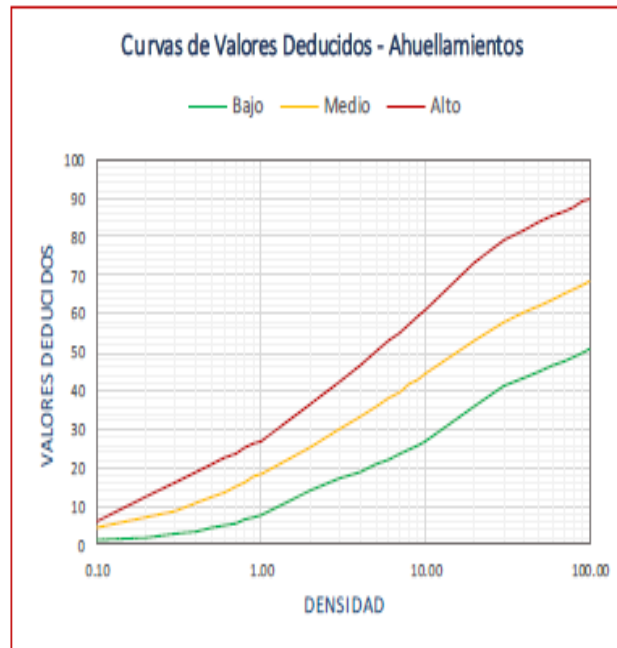


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 15 Para Ahuellamiento

15. AHUELLAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.90	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90

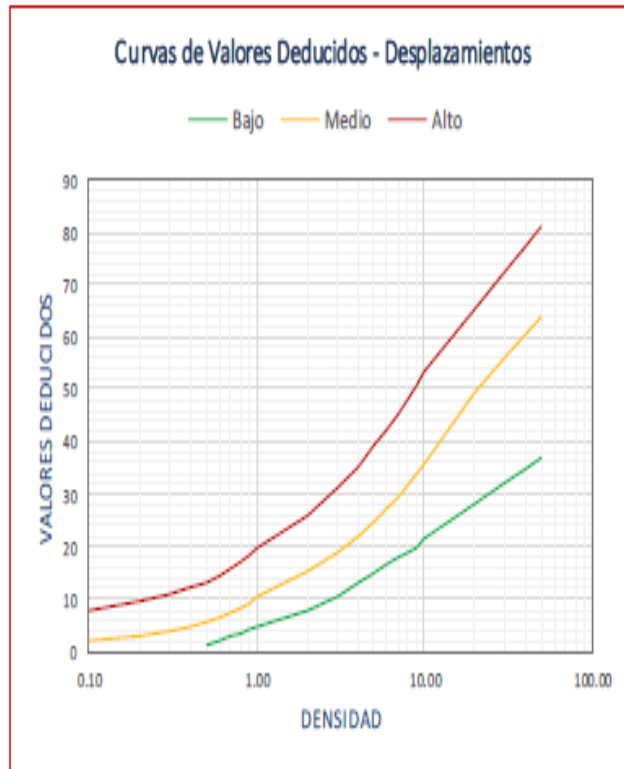


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 16 Para Desplazamiento

16. DESPLAZAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		2.20	8.00
0.20		3.10	9.63
0.30		4.00	10.70
0.40		4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.60	14.60
0.70	2.80	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.60
1.00	4.60	10.50	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.60	19.00	31.20
4.00	13.00	22.10	35.40
5.00	14.90	24.80	39.00
6.00	16.50	27.30	42.30
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.50
10.00	21.30	35.60	53.10
20.00	28.00	49.30	65.20
30.00	31.90	55.90	72.30
40.00	34.60	60.50	77.30
50.00	36.80	64.10	81.20
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

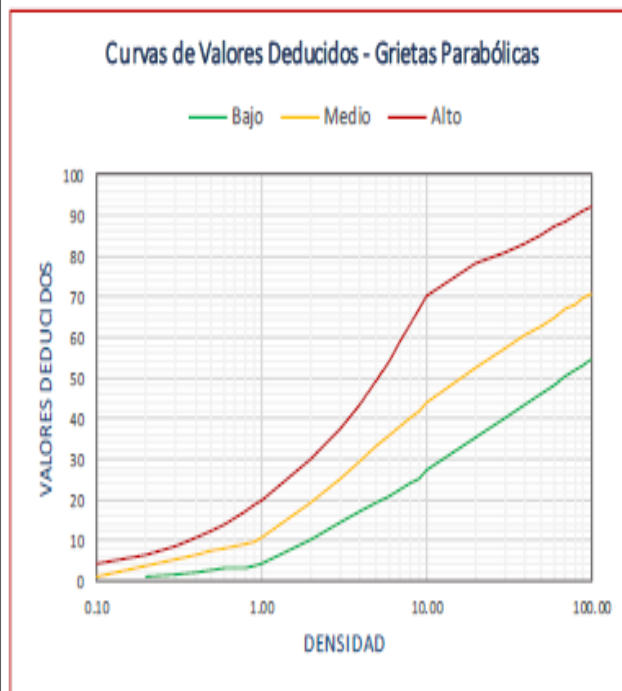


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 17 Para Grietas Parabolica

17. GRIETAS PARABÓLICAS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		1.00	4.00
0.20	0.80	3.60	6.50
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.30	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.90	14.00
0.70	3.20	8.50	15.60
0.80	3.40	9.00	17.20
0.90	3.70	9.50	18.70
1.00	4.30	10.60	20.00
2.00	10.20	19.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.50
4.00	17.10	29.60	43.60
5.00	19.30	32.90	49.10
6.00	21.10	35.60	54.10
7.00	22.60	37.80	58.80
8.00	24.00	40.00	63.10
9.00	25.10	42.00	67.20
10.00	27.20	44.00	69.90
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.60	60.40	83.20
50.00	46.20	62.90	85.40
60.00	48.40	64.90	87.10
70.00	50.20	66.70	88.60
80.00	51.80	68.20	89.90
90.00	53.20	69.50	91.10
100.00	54.40	70.60	92.10

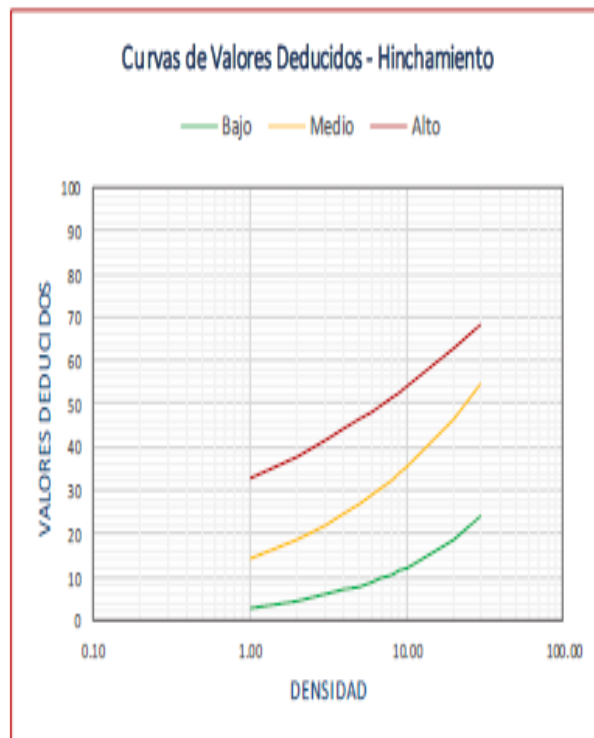


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 18 Para Hinchamiento

18. HINCHAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.80
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.20
6.00	8.70	28.70	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00			
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

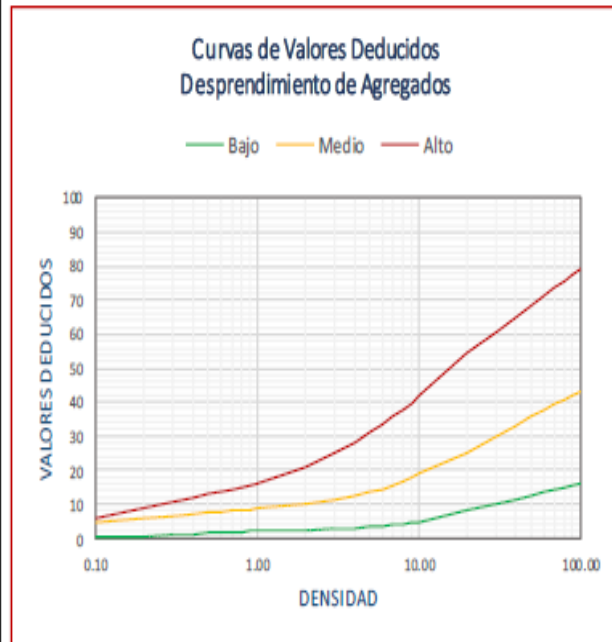


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 19 Para Desprendimiento De Agregado

19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.50
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90



Fuente: manual del PCI.

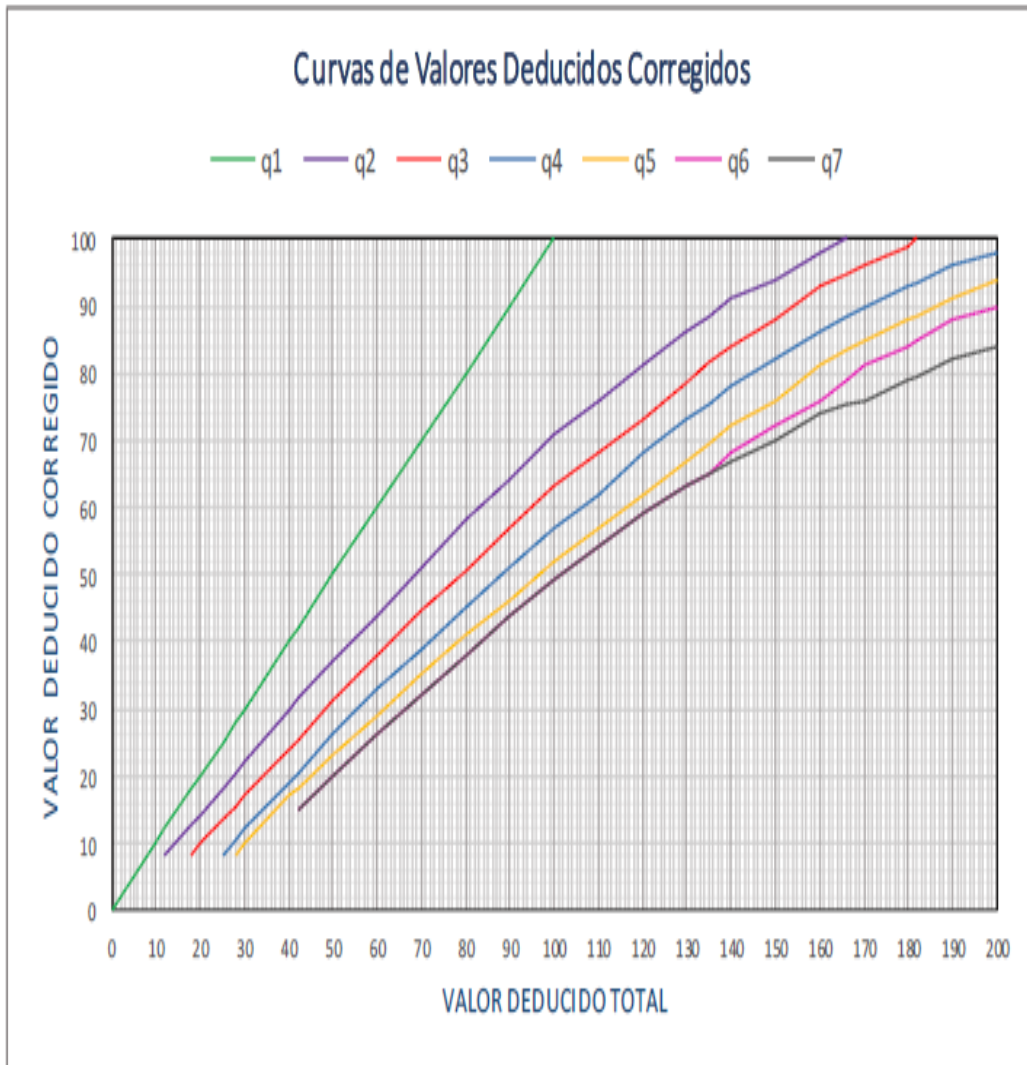
Curva Deducidas 20 Valores Deducidos Corregidos

VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.0	0.0						
10.0	10.0						
12.0	12.0	8.0					
18.0	18.0	12.5	8.0				
20.0	20.0	14.0	10.0				
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0			
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120.0		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170.0			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180.0			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182.0			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190.0				96.0	91.0	88.0	82.0
200.0				98.0	94.0	90.0	84.0

Fuente: Manual del PCI

Curva Deducidas 21 Valores Deducidos Coregidos



Fuente: Manual del PCI