



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE ALGUNAS CALLES DE LA CIUDAD DE LOJA”

TESIS DE GRADO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Christian Rolando Armijos Salinas

Dirigida por:

Ing. Ángel Tapia

Loja, Octubre de 2009

Ing. Ángel Tapia

DIRECTOR DE TESIS.-

CERTIFICA:

Haber dirigido y revisado la tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Civil, realizada por el Profesional en formación: Christian Rolando Armijos Salinas, cuyo título es: “EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE ALGUNAS CALLES DE LA CIUDAD DE LOJA”; tema que cumple con las características exigidas por la reglamentación de la Escuela de Ingeniería Civil, por tanto, autorizo su presentación.

Loja, Octubre de 2009

Ing. Ángel Tapia
DIRECTOR

AUTORÍA

El contenido en general; conceptos, análisis, criterios, y desarrollo de la evaluación, es de exclusiva responsabilidad del autor.

Christian Rolando Armijos Salinas

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, *Christian Rolando Armijos Salinas*, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la universidad”.

Christian Rolando Armijos Salinas

AGRADECIMIENTO

Queda grabado por siempre en estas líneas, mi más sincero agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja, en especial al Ing. Alonso Zúñiga, por brindarme una guía en el desarrollo de este proyecto. Además mi eterno agradecimiento a mis padres por el apoyo incondicional en el cumplimiento de mis metas, y por último agradecerles a mis hermanas, compañeros y leales amigos que siempre han estado a mi lado; mil gracias.

El Autor

DEDICATORIA

A mis padres Rolando y Sarita, por todo el apoyo y confianza depositada durante toda esta etapa de preparación; a mis hermanas Yenny y Ximena, motivo de superación y los principales autores en mi formación académica, profesional y personal. A mis familiares y amigos que siempre me han ofrecido su apoyo y cariño.

Christian Rolando Armijos Salinas

INTRODUCCIÓN

Preservar el patrimonio vial existente en la Ciudad de Loja, para los Lojanos es de suma importancia y más que eso, es responsabilidad de los ingenieros brindar métodos que permitan cumplir con esta misión; es de esta manera que la presente investigación, pretende mostrar un método de cuantificación de los deterioros superficiales existente en algunas calles de la Ciudad de Loja; pudiendo ser aplicado a la mayoría de calles de la ciudad, lo que permitirá que se pueda implementar y planificar políticas de mantenimiento adecuadas.

Conocer el estado de deterioro que tiene una vía es un componente vital en el sistema de mantenimiento de pavimentos, de modo que, mediante este se puede conseguir una proyección a futuro del estado del pavimento. Existe un sin número de métodos que permiten realizar una proyección a futuro del estado de un pavimento, unos más precisos que otros, pero todos estos coinciden en que si se cuenta con una cuantificación precisa de la condición actual se conseguirá una proyección exacta; es así, que luego de investigar varias metodologías para la cuantificación del estado actual de un pavimento se ha decidido aplicar la que se encuentra estandarizado por medio de la norma ASTM D 6433, "Standart Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys", o más conocido por sus siglas en ingles PCI (Present Condition Index).

El Índice de Condición del Pavimento (PCI), fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por el Cuerpo de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y ejecutado por los Ingenieros Srs. Mohamed Y. Shahin, Michael L. Darter y Starr D. Kohn, con el objeto de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles a través del PCI.

El método del PCI, para pavimentos de aeropuertos, carreteras y estacionamientos ha sido ampliamente aceptado y formalmente

adoptado como procedimiento estandarizado, por diversas agencias como por ejemplo: la Federal Aviation Administration (FAA 1 982), el U.S. Department of Defence (U.S. Air Force 1 981 u U.S. Army 1 982), la American Public Work Assocoation (APWA 1 984), etc.; además, el PCI para aeropuertos y caminos ha sido publicado por ASTM como método de análisis en las normas ASTM D 5340 y D 6433, respectivamente. [11].

Esta metodología tiene como objetivo primordial establecer la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos y hormigón simple o reforzado. Se basa en los resultados de la inspección visual de los pavimentos, en la cual se identifican tipos de deterioro, severidad y cantidad, permitiendo con esto identificar las posibles causas del deterioro.

Debido a que existen un sin número de combinaciones de deterioros, severidades y densidades posibles, el método resuelve esta dificultad introduciendo el “*valor deducido*”, como factor de ponderación, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación deterioro, severidad y densidad.

Existe un manual en el que se describen cada uno de los deterioros para cada tipo de pavimentos, además como identificarlos en los diferentes niveles de severidad.

ÍNDICE

Carátula.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Cesión de derechos.....	iv
Agradecimiento.....	v
Dedicatoria.....	vi
Introducción.....	vii
Índice.....	ix

Capítulo I

1. Nociones y Principios de Pavimentos.....	1
1.1 Introducción.....	2
1.2 Pavimento.....	2
1.2.1 Concepto de Pavimento.....	3
1.2.2 Clasificación de Pavimentos.....	3
1.3 Serviciabilidad de Pavimentos.....	5

Capítulo II

2. Evaluación de Pavimentos.....	8
2.1 Importancia de Evaluación de Pavimentos.....	8
2.2 Objetividad en la Evaluación de Pavimentos.....	8
2.3 Curva de Comportamiento de los Pavimentos.....	9
2.4 Tipos de Fallas en los Pavimentos.....	10
2.4.1 Fallas de Superficie.....	10
2.4.2 Fallas Estructurales.....	10
2.5 Tipos de Evaluación de Pavimentos.....	11
2.5.1 VIZIR.....	11
2.5.2 FHWA / OH99 / 004.....	11
2.5.3 ASTM D 6433-99.....	12

Capítulo III

3. Evaluación de la Condición de un Pavimento.....	14
3.1 Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index). ..	14
3.2 Procedimiento de Evaluación de la Condición de un Pavimento.....	15
3.3 División del Pavimento en Unidades de Muestra.....	17
3.4 Determinación de las Unidades de Muestreo para la Evaluación.....	18

3.4.1 Evaluación de un Proyecto.....	18
3.4.1.1 Determinación del Número de Unidades a ser inspeccionadas.....	18
3.4.1.2 Selección de las Unidades de Muestreo para inspección.....	21
3.4.2 Evaluación de una Red	22
3.4.2.1 Determinación del Número de Unidades a ser Inspeccionadas.....	22
3.4.2.2 Selección de las Unidades de Muestreo para inspección.....	24
3.5 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales.....	24
3.6 ¿Cómo Llevar a Cabo la Encuesta de Condición?.....	24
3.7 Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo.....	26
3.7.1 Cálculo del PCI para pavimentos con Superficie Asfáltica.....	26
3.7.2 Cálculo del PCI para pavimentos con Superficie de Concreto de Cemento Pórtland.....	30
3.8 Cálculo del PCI de una Sección de Pavimento.....	31
3.9 Informe.....	32

Capítulo IV

4. Aplicación del Índice de Condición Presente (PCI).....	34
4.1 Evaluación Superficial de la Avenida Manuel Carrión P.....	34
4.1.1 Datos Generales.....	34
4.1.1.1 Ubicación.....	34
4.1.1.2 Descripción de la sección.....	34
4.1.1.3 Geometría.....	35
4.1.1.4 Estructura del Pavimento.....	35
4.1.1.5 Medio Ambiente y drenaje.....	35
4.1.1.6 Obras adicionales.....	36
4.1.2 División de las unidades de Muestra	36
4.1.3 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección.....	37
4.1.4 Inspección de las unidades de Muestra.....	38
4.1.5 Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra.....	39
4.1.6 Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento.....	46
4.2 Evaluación Superficial de la Calle Marcelino Champagnate.....	47
4.2.1 Datos Generales.....	47

4.2.1.1	Descripción de la Sección.....	48
4.2.1.2	Geometría.....	48
4.2.1.3	Estructura del Pavimento.....	48
4.2.1.4	Medio Ambiente y drenaje.....	49
4.2.1.5	Obras adicionales.....	49
4.2.2	División de las unidades de Muestra.....	49
4.2.3	Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección.....	50
4.2.4	Inspección de las unidades de Muestra.....	51
4.2.5	Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra.....	51
4.2.6	Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento.....	55
4.3	Evaluación Superficial estación Norte del Sistema Integrado de Transporte Urbano.....	56
4.3.1	Datos Generales.....	56
4.3.1.1	Descripción de la Sección.....	56
4.3.1.2	Geometría.....	57
4.3.1.3	Estructura del Pavimento.....	57
4.3.1.4	Medio Ambiente y drenaje.....	57
4.3.1.5	Obras adicionales.....	57
4.3.2	División de las unidades de Muestra.....	58
4.3.3	Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección.....	58
4.3.4	Inspección de las unidades de Muestra.....	59
4.3.5	Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra.....	59
4.3.6	Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento.....	66
4.4	Evaluación Superficial estación Sur del Sistema Integrado de Transporte Urbano.....	66
4.4.1	Datos Generales.....	66
4.4.1.1	Descripción de la Sección.....	67
4.4.1.2	Geometría.....	67
4.4.1.3	Estructura del Pavimento.....	67
4.4.1.4	Medio Ambiente y drenaje.....	67
4.4.1.5	Obras adicionales.....	68
4.4.2	División de las Unidades de Muestra.....	68
4.4.3	Inspección de las unidades de Muestra.....	69
4.4.4	Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra.....	69
4.4.5	Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento.....	76

Capítulo V

5. Conclusiones y Recomendaciones.....	78
5.1 Conclusiones.....	78
5.2 Recomendaciones.....	79
REFERENCIAS.....	80

ANEXOS

Anexo A: Formatos para la Evaluación de Pavimentos.....	82
--	----

Anexo B: Tablas y curvas del Valor Deducido de Cada Daño

PAVIMENTOS ASFALTICOS

1. Piel de cocodrilo.....	86
2. Exudación.....	87
3. Agrietamiento en bloque.....	88
4. Abultamiento y hundimientos.....	89
5. Corrugación.....	90
6. Depresión.....	91
7. Grieta de borde.....	92
8. Grieta de reflexión de junta.....	93
9. Desnivel carril / berma.....	94
10. Grietas longitudinal y transversal.....	95
11. Parcheo.....	96
12. Pulimiento de agregados.....	97
13. Huecos.....	98
14. Cruce de vía férrea.....	99
15. Ahuellamientos.....	100
16. Desplazamiento.....	101
17. Grieta parabólica (slippage).....	102
18. Hinchamiento.....	103
19. Desprendimiento de agregados.....	104
Corrección de Valores Deducidos para Pavimentos Flexibles.....	105

PAVIMENTOS DE CONCRETO

21. Blow up / bucling.....	107
22. Grieta de esquina.....	108
23. Losa dividida.....	109
24. Grieta de ductilidad "D".....	110

25. Escala.....	111
26. Sello de junta.....	112
27. Desnivel carril / berma.....	112
28. Grieta lineal.....	113
29. Parcheo (grande).....	114
30. Parcheo (pequeño).....	115
31. Pulimiento de agregados.....	116
32. Popouts.....	117
33. Bombeo.....	118
34. Punzonamiento.....	119
35. Cruce de vía férrea.....	120
36. Desconchamiento.....	121
37. Retracción.....	122
38. Descascaramiento de esquina.....	123
39. Descascaramiento de junta.....	124
Corrección de Valores Deducidos para Pavimentos de Concreto.....	125

Anexo C: Manual de Daños Para la Evaluación de Pavimentos

Pavimentos con Superficie Asfáltica

1. Piel de cocodrilo.....	128
1.1 Niveles de severidad.....	128
1.2 Medida.....	129
1.3 Opciones de reparación.....	129
2. Exudación.....	130
2.1 Niveles de severidad.....	130
2.2 Medida.....	130
2.3 Opciones de reparación.....	130
3. Agrietamiento en bloque.....	131
3.1 Niveles de severidad.....	131
3.2 Medida.....	132
3.3 Opciones de reparación.....	132
4. Abultamiento y hundimientos.....	132
4.1 Niveles de severidad.....	133
4.2 Medida.....	133
4.3 Opciones de reparación.....	133
5. Corrugación.....	134

5.1	Niveles de severidad.....	134
5.2	Medida.....	134
5.3	Opciones de reparación.....	134
6.	Depresión.....	135
6.1	Niveles de severidad.....	135
6.2	Medida.....	136
6.3	Opciones de reparación.....	136
7.	Grieta de borde.....	136
7.1	Niveles de severidad.....	137
7.2	Medida.....	137
7.3	Opciones de reparación.....	137
8.	Grieta de reflexión de junta.....	137
8.1	Niveles de severidad.....	138
8.2	Medida.....	138
8.3	Opciones de reparación.....	139
9.	Desnivel carril / berma.....	139
9.1	Niveles de severidad.....	139
9.2	Medida.....	140
9.3	Opciones de reparación.....	140
10.	Grietas longitudinal y transversal.....	140
10.1	Niveles de severidad.....	141
10.2	Medida.....	141
10.3	Opciones de reparación.....	141
11.	Parcheo.....	142
11.1	Niveles de severidad.....	142
11.2	Medida.....	142
11.3	Opciones de reparación.....	143
12.	Pulimiento de agregados.....	143
12.1	Niveles de severidad.....	144
12.2	Medida.....	144
12.3	Opciones de reparación.....	144
13.	Huecos.....	144
13.1	Niveles de severidad.....	145
13.2	Medida.....	145
13.3	Opciones de reparación.....	145
14.	Cruce de vía férrea.....	146

14.1	Niveles de severidad.....	146
14.2	Medida.....	146
14.3	Opciones de reparación.....	146
15.	Ahuellamientos.....	147
15.1	Niveles de severidad.....	147
15.2	Medida.....	148
15.3	Opciones de reparación.....	148
16.	Desplazamiento.....	148
16.1	Niveles de severidad.....	148
16.2	Medida.....	148
16.3	Opciones de reparación.....	149
17.	Grieta parabólica (slippage).....	149
17.1	Niveles de severidad.....	149
17.2	Medida.....	150
17.3	Opciones de reparación.....	150
18.	Hinchamiento.....	151
18.1	Niveles de severidad.....	151
18.2	Medida.....	151
18.3	Opciones de reparación.....	151
19.	Meterización / Desprendimiento de agregados.....	152
19.1	Niveles de severidad.....	152
19.2	Medida.....	153
19.3	Opciones de reparación.....	153

Pavimentos con Superficies de Concreto Asfáltico

21.	Blow up / bucling.....	154
21.1	Niveles de severidad.....	154
21.2	Medida.....	154
21.3	Opciones de reparación.....	154
22.	Grieta de esquina.....	155
22.1	Niveles de severidad.....	155
22.2	Medida.....	156
22.3	Opciones de reparación.....	156
23.	Losa dividida.....	157
23.1	Niveles de severidad.....	157
23.2	Medida.....	157

23.3	Opciones de reparación.....	157
24.	Grieta de ductilidad “D”.....	158
24.1	Niveles de severidad.....	158
24.2	Medida.....	158
24.3	Opciones de reparación.....	159
25.	Escala.....	159
25.1	Niveles de severidad.....	159
25.2	Medida.....	159
25.3	Opciones de reparación.....	160
26.	Sello de junta.....	160
26.1	Niveles de severidad.....	161
26.2	Medida.....	161
26.3	Opciones de reparación.....	161
27.	Desnivel carril / berma.....	162
27.1	Niveles de severidad.....	162
27.2	Medida.....	162
27.3	Opciones de reparación.....	162
28.	Grieta lineal.....	163
28.1	Niveles de severidad.....	163
28.2	Medida.....	164
28.3	Opciones de reparación.....	164
29.	Parqueo (grande).....	164
29.1	Niveles de severidad.....	165
29.2	Medida.....	165
29.3	Opciones de reparación.....	165
30.	Parqueo (pequeño).....	166
30.1	Niveles de severidad.....	166
30.2	Medida.....	166
30.3	Opciones de reparación.....	166
31.	Pulimiento de agregados.....	167
31.1	Niveles de severidad.....	167
31.2	Medida.....	167
31.3	Opciones de reparación.....	167
32.	Popouts.....	168
32.1	Niveles de severidad.....	168
32.2	Medida.....	168

32.3	Opciones de reparación.....	168
33.	Bombeo.....	169
33.1	Niveles de severidad.....	169
33.2	Medida.....	169
33.3	Opciones de reparación.....	169
34.	Punzonamiento.....	169
34.1	Niveles de severidad.....	170
34.2	Medida.....	170
34.3	Opciones de reparación.....	170
35.	Cruce de vía férrea.....	171
35.1	Niveles de severidad.....	171
35.2	Medida.....	171
35.3	Opciones de reparación.....	171
36.	Desconchamiento.....	172
36.1	Niveles de severidad.....	172
36.2	Medida.....	172
36.3	Opciones de reparación.....	172
37.	Retracción.....	173
37.1	Niveles de severidad.....	173
37.2	Medida.....	173
37.3	Opciones de reparación.....	173
38.	Descascaramiento de esquina.....	173
38.1	Niveles de severidad.....	174
38.2	Medida.....	174
38.3	Opciones de reparación.....	174
39.	Descascaramiento de junta.....	175
39.1	Niveles de severidad.....	175
39.2	Medida.....	176
39.3	Opciones de reparación.....	176
Anexo D:	Planos.....	177

CAPÍTULO I



1. Nociones y Principios de Pavimentos

1.1 Introducción

Hoy en día existen un sin número de medios de transporte los cuales son: transporte terrestre, aéreo y marino; de estos el transporte marino no utiliza los pavimentos para su desplazamiento. Debido a la importancia y al uso diario, que tienen los sistemas de transporte terrestre y aéreo se hace necesario tener un sistema que permita cuantificar los daños, que se producen a través del tiempo o por el incremento de las cargas aplicadas a estos pavimentos.

La implementación de métodos que permitan generar un sistema de mantenimiento y reparación de pavimentos permitirá alargar la vida útil de estos; es de suma importancia, pues este hará que el usuario tenga comodidad y seguridad al conducir.

Existen instituciones como la American Association of State Highway Official (AASHO), que se han encargado de investigar los efectos del incremento del tráfico y el tiempo en un pavimento, mediante de la realización de una prueba realizada en Otawa, Illinois entre 1958 y 1961.

Antes de iniciar con el presente estudio es de vital importancia que se tenga bien en claro algunos de los siguientes conceptos que se describirán en los siguientes literales.

1.2 Pavimento

Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado. Cuando existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se producen los deterioros que pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento.



De esta manera es necesario tener una idea clara del concepto de pavimento, el cual se describirá a continuación.

1.2.1 Concepto de Pavimento

Se adoptará, un par de definiciones de autores que explican de muy buena manera la definición de pavimento:

“Es una estructura que se encuentra constituida por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de la vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de restringir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento”. [9].

Se entiende por pavimento al conjunto de los elementos estructurales de un camino (o de otras superficies como las pistas de aterrizaje de los aeropuertos), es decir, son todas las capas que lo conforman y las que se denominan comúnmente capa superficial, base, subbase. [6].

Es importante conocer la clasificación de los pavimentos, para poderlos distinguir entre ellos y lograr llevar a cabo un proceso de evaluación adecuado.

1.2.2 Clasificación de Pavimentos

La clasificación que se presenta a continuación es una de las más utilizadas en la ciudad de Loja, de esta manera se tiene:

- **Pavimentos flexibles:** es el pavimento que tienen en su parte superior una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas granulares, denominadas base y subbase. En la



siguiente figura se presenta un corte de la sección típica de un pavimento flexible.

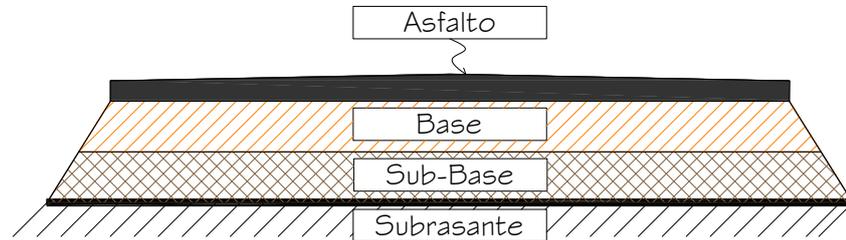


Fig. 1 Sección de un pavimento flexible

- **Pavimentos semi-rígido:** contiene la misma estructura de un pavimento flexible, con la variación que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; los cuales permitan incrementar las capacidad portante del suelo.

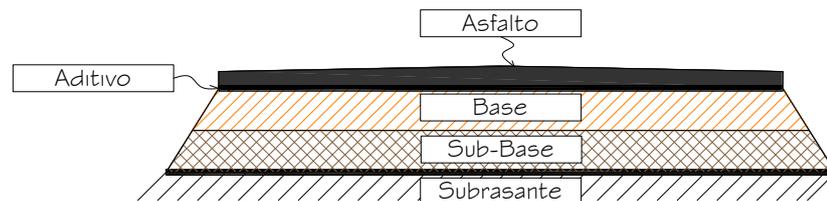


Fig. 2 Sección de un pavimento semi - rígidos

- **Pavimentos Rígidos:** son pavimentos en los cuales su capa superior está compuesta por una losa de cemento hidráulico, la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material denominada base o sobre la subrasante. En este tipo de pavimentos se pueden distinguir algunos tipos que son: hormigón simple con juntas con o sin barras de transferencia de carga, hormigón reforzado con juntas y barras de traspaso de cargas y hormigón continuamente reforzado.

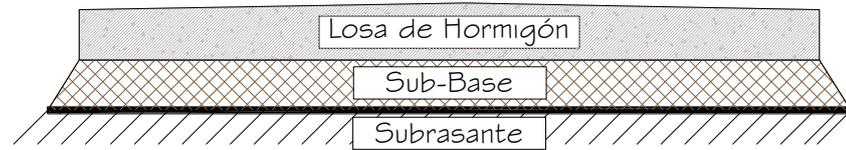


Fig. 3 Sección de un pavimento rígido

- **Pavimentos Articulados:** son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, que se denominan adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la subrasante.

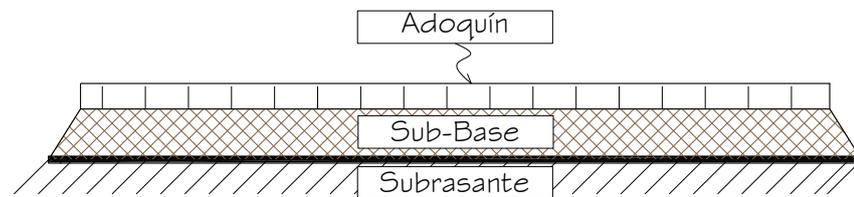


Fig. 4 Sección de un pavimento articulado

1.3 Serviciabilidad de Pavimentos

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad. [5].

La medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente que esta no es una evaluación completa.

La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones. En la siguiente



tabla se presenta la escala de calificación de de la serviciabilidad según la norma AASHO:

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
5.0 – 4.0	Muy buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 – 3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los “Muy Buenos”, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0 – 2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de transito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 – 1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye perdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 – 0.0	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Tabla 1.1 Escala de calificación de la serviciabilidad según AASHO. [AASHO, 1962]



CAPÍTULO II



2. Evaluación de Pavimentos

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al conducir, esto significa que el camino debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada. [5].

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

2.1 Importancia de Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

2.2 Objetividad en la Evaluación de Pavimentos

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de



evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva.

No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan con la condición para comparar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de la toma de decisiones, produciéndose una desviación entre la realidad y lo expresado por las muestras. La desviación que ocurre puede deberse a dos causas principales [1].

- a. Variabilidad de las unidades, debido a que las unidades son la base para los análisis que se realizarán.
- b. Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, esto porque se relaciona a la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

2.3 Curva de Comportamiento de los Pavimentos

La curva de comportamiento de los pavimentos es la representación histórica de la calidad del pavimento.

Para analizar el comportamiento funcional del pavimento se necesita información de calidad de rodadura durante el periodo de estudio y de los datos históricos del tránsito que se han solicitado al pavimento durante ese periodo. [5].

Con la ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento versus el tiempo o el número de ejes equivalentes, se puede graficar la degradación del pavimento, consiguiendo de esta manera visualizar el tiempo en el que un pavimento necesitará una rehabilitación, consiguiendo con esto incrementar la vida útil del pavimento.

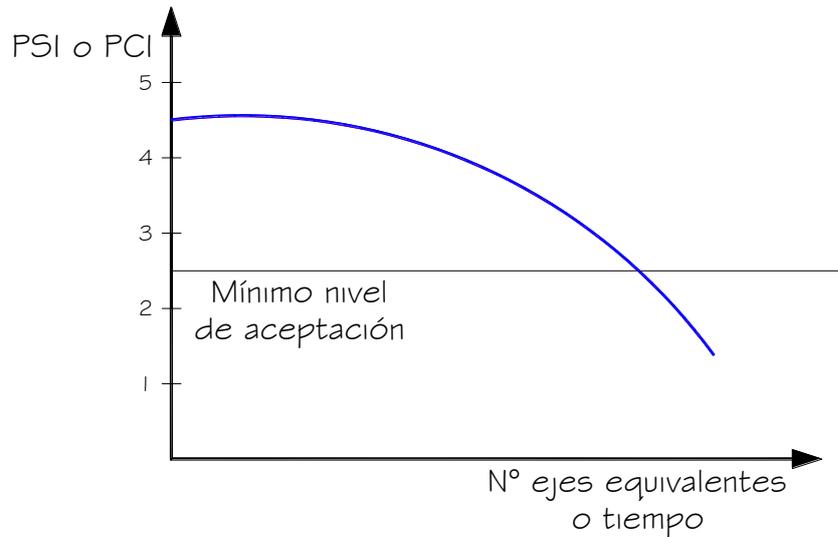


Fig. 5 Curva de Comportamiento de un Pavimento

En la figura 5, se representa el comportamiento de un pavimento en función del tiempo o del número de ejes equivalentes al cual está expuesto; mediante esta representación se podrá adoptar medidas adecuadas, las cuales permitan aumentar la vida útil de un pavimento.

2.4 Tipos de Fallas en los Pavimentos

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

2.4.1 Fallas de Superficie

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

La corrección de estas se fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad. [8].

2.4.2 Fallas Estructurales



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

Para corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado. [8].

2.5 Tipos de Evaluación de Pavimentos

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están

2.5.1 VIZIR

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación.

Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France o por sus siglas en inglés LCPC.

El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales. [7].

2.5.2 FHWA / OH99 / 004

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas pero no en áreas tropicales. [7].



2.5.3 ASTM D 6433-99

También conocido como Present Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y de hormigón. Este método ha sido aplicado en la presente investigación, debido a que se la adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos.

En la “Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras” (INVÍAS), indica que este método presenta un grado de complejidad en la determinación del índice, por involucrar una corrección en el valor de la densidad de un deterioro.



CAPÍTULO III



3. Evaluación de la Condición de un Pavimento

Como ya se ha indicado anteriormente, en la presente investigación se utilizará el método normado por la ASTM, que ha sido desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (Shahin, 1976 – 1994); utilizado para la evaluación de aeropuertos, caminos y lotes de parqueaderos. Esta es una de las más completas metodologías de evaluación debido a que involucra a los dos tipos de pavimentos más utilizados en la ciudad de Loja que son los pavimentos asfálticos y los pavimentos de concreto.

En vista a que esta metodología es considerada como una de las más objetivas y más aplicables para el presente estudio, se pretende implementar en nuestra ciudad de modo que esta pueda generar un modelo adecuado para la mantención y rehabilitación de los pavimentos en la ciudad de Loja.

3.1 Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index)

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este.

El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

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

Cuadro 3.1 Rangos de clasificación del PCI

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de una encuesta visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño.

3.2 Procedimiento de Evaluación de la Condición de un Pavimento

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende: una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos y una segunda fase que será el cálculo.

Para la evaluación de pavimentos, La clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento entre las que tenemos piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros, cada uno de ellos se describe en el Apéndice C (Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de Pavimentos).

La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. [8]. De esta manera, se deberá valorar la calidad del viaje, ósea, la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal; es así que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de transito:

- **Bajo, (B):** se perciben vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero no es necesaria la reducción de velocidad en aras de la comodidad o la



seguridad. Los abultamientos y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero no provoca incomodidad. [11].

- **Medio, (M):** las vibraciones del vehículo son significativas y se requiere una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo creando incomodidad. [11].
- **Alto, (A):** las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo. [11].

La *calidad del tránsito* se determina recorriendo la sección de un pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad especificada por el límite legal. Las secciones del pavimento cercanas a las señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

El último factor que se debe considerar para calificar un pavimento es **la extensión**, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro, en el caso de la evaluación de pavimentos de hormigón, la calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en una losa o varias losas.

De acuerdo al tipo de pavimento al cual se esté realizando la evaluación, se contará con el formato adecuado en el cual se registra en los datos de campo. Los formatos de evaluación se los puede encontrar en el Anexo A, figura A.1 y A.2; para pavimento asfáltico y de concreto respectivamente.



3.3 División del Pavimento en Unidades de Muestra

Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento de sección elegida solamente para la inspección del pavimento [11].

De acuerdo al tipo de pavimento que cuenta la vía a evaluar se tiene:

1. **Pavimentos de Asfalto:** con un ancho menor a 7.30 m. el área de muestreo debe estar entre $230 \pm 93 \text{ m}^2$. En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones longitud ancho de calzada pavimentada.

ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (máx.)	31.50

Cuadro 3.2 Longitudes de unidades de muestreo para carreteras asfálticas. [4].

2. **Pavimentos de Hormigón:** con losas de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m. el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango de 20 ± 8 losas.

No todas las unidades de muestra requieren tener el mismo tamaño de muestra, pero deben tener similares patrones para asegurar la exactitud en cálculo del PCI.



3.4 Determinación de las Unidades de Muestreo para la Evaluación

En la evaluación del Índice de Condición Presente (PCI) de pavimentos de acuerdo al tamaño de la muestra y con el fin de optimizar el método, se puede tener la evaluación de un proyecto y la evaluación de una red.

3.4.1 Evaluación de un Proyecto

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

3.4.1.1 Determinación del Número de Unidades a ser inspeccionadas

El primer paso en el muestreo de la evaluación de un proyecto, es la determinación del número mínimo de unidades de muestreo (n) que deberá ser encuestado para obtener un cálculo aproximado del PCI de la sección. [11]. Este número mínimo, es determinado por medio de la siguiente ecuación:

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

Ecuación N° 1

Donde:

- n - Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- N - Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- e - Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ($e = \pm 5\%$)



σ - Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimentos de concreto, estos valores son basados en datos de campo obtenidos de muchas encuestas; sin embargo, si la experiencia local es diferente el promedio de la desviación estándar reflejará la condición local; esta deberá ser usada para la inspección inicial. En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ($n < 5$), se recomienda evaluar todas las unidades. [11].

Si la obtención del nivel de confianza del 95% es crítico, se debe verificar el número de unidades de muestra inspeccionadas es adecuado. El número de unidades de muestra se determinó inicialmente en base a una desviación estándar asumida. [3]. Se debe calcular la desviación estándar actual de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_f)^2}{n - 1}}$$

Ecuación N° 2

Donde:

PCI_i - PCI de la unidad de muestra i .

PCI_f - PCI promedio de las unidades de muestra analizadas.

n - Número total de unidades de muestra analizadas.

s - Desviación estándar.

Por ejemplo, se requiere hacer la evaluación de una vía que tiene una longitud de 2 900.00 metros, con un ancho de calzada de 6.50



metros y se adopta un ancho de muestra, de acuerdo a la tabla 3.2; de 35.40 metros, como se muestra en la figura 6.

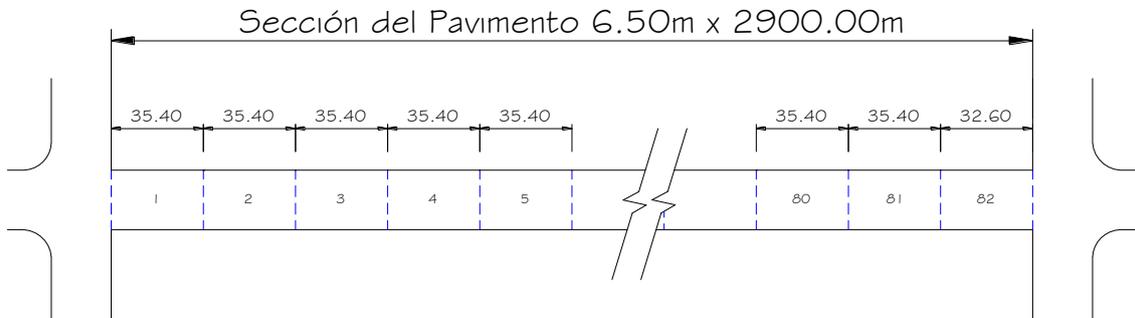


Fig. 6 Ejemplo de la división en unidades de muestra para un pavimento asfáltico

El número mínimo de unidades de muestreo será igual a la división entra la longitud total de la muestra para el ancho de la misma, como se muestra a continuación:

$$N = \frac{2900.00}{35.40}$$
$$N = 81.92 \approx 82$$

Por lo tanto se obtendrá 81 muestras con una longitud de 35.40 metros y una unidad de muestra de 32.60 metros.

Ahora, para la obtención de las unidades de muestra a ser inspeccionadas, se aplica la ecuación N° 1, de la siguiente manera:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$
$$n = \frac{82.00 \times 10.00^2}{\frac{5.00^2}{4.00} \times (82.00 - 1.00) \times 10.00^2}$$
$$n = 13.53 \approx 14$$

Por lo tanto se tendrá 14 unidades de muestra que deberán ser inspeccionadas.



3.4.1.2 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. Esta técnica se la conoce como “*sistema aleatorio*” descrito en los siguientes tres pasos:

- a. El intervalo de muestreo (i), es determinado por:

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

Ecuación N° 3

Donde:

- N - Número total de unidades de muestreo disponible.
 - n - Número mínimo de unidades para evaluar.
 - i - Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo: 3.70 se redondea a 3.00).
- b. El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i . Por ejemplo, si $i = 3$, la unidad de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.
- c. Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como “ s ”, “ $s + i$ ”, “ $s + 2i$ ”, etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 6, 9, 12, 15, etc.

Siguiendo con el ejemplo anterior, y aplicando la ecuación N° 3, se tiene:

$$i = \frac{N}{n}$$
$$i = \frac{82.00}{14}$$
$$i = 5.85 \approx 6$$



Por lo tanto el intervalo de muestreo será igual a 6. Entonces se elige una unidad de muestra al azar, en este caso se ha adoptado 2, por lo tanto las unidades de muestreo a ser evaluadas serán 2, 8, 14, 20, etc., como se muestra en la figura 7.

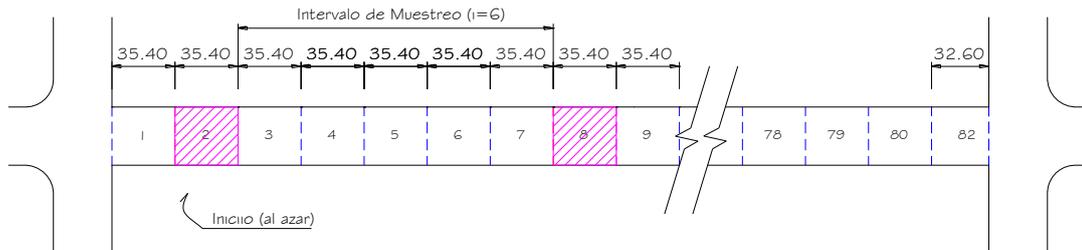


Fig. 7 Ejemplo de la división en unidades de muestra para un pavimento asfáltico.

3.4.2 Evaluación de una Red

En la cual se puede tener un número muy grande de unidades de muestreo, cuya inspección dependerá del tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

3.4.2.1 Determinación del Número de Unidades a ser Inspeccionadas

La evaluación de una red vial, puede ser conducida por solo un levantamiento topográfico de unas pocas unidades de muestra por sección. En el cuadro 3.3 se ve un ejemplo del criterio usado por agencias para la determinación de unidades de muestra a ser evaluadas en una red vial. [11].



N° de unidades de muestra en la sección (N)	N° de unidades de muestra a ser inspeccionadas (n)
1 a 5	1
6 a 10	2
11 a 15	3
16 a 40	4
Más de 40	10 % (redondéese a la siguiente unidad de muestra)

Cuadro 3.3 Ejemplo del criterio de muestreo para una red, usada por algunas agencias

N° de unidades de muestra en la sección (N)	N° de unidades de muestra a ser inspeccionadas (n)
1	1
2 a 4	2
5 a 20	3
Más de 20	2

Cuadro 3.4 Ejemplo del criterio de muestreo para una red, basada en la ecuación N°1.

El cuadro 3.3, difiere ligeramente del cuadro 3.4, el cual está basado en la ecuación N° 1 asumiendo una desviación estándar igual al error asumido de 5. No hay fundamento científico para esta suposición, pero este provee un método consistente para la selección del número de unidades a ser inspeccionadas para diferentes tamaños de sección. [11].



3.4.2.2 Selección de las Unidades de Muestreo para inspección

Cuando se selecciona unidades de muestreo para la inspección como las recomendadas en el cuadro 3.3 o el cuadro 3.4, las unidades de muestra seleccionadas debe ser representativa (no aleatorio) del conjunto de la sección. El objetivo principal para el presupuesto estimando y la valoración de condición de la red es obtener una valuación significativa con el costo mínimo. [11].

3.5 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales

Uno de los mayores inconvenientes en el sistema de muestreo aleatorio es la exclusión en el proceso de inspección y evaluación de algunas unidades que se encuentren en muy mal estado. También puede suceder que las unidades de muestreo que tienen daños que solo se presenten una vez, por ejemplo: el cruce de una vía férrea las cuales 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.

3.6 ¿Cómo Llevar a Cabo la Encuesta de Condición?

El procedimiento usado para llevar a cabo la encuesta del PCI, varía de acuerdo al tipo de pavimento a ser inspeccionado. Para todos los tipos de superficies, la sección del pavimento primeramente deberá ser dividida en unidades de muestra y escoger las unidades de muestra a ser inspeccionadas como se describe las secciones anteriores.



El procedimiento de inspección para pavimentos con superficies de asfalto y concreto, se realiza llenando los espacios en blanco en los formatos de las figuras A.1 y A.2 respectivamente que se encuentra en el Anexo A.

Debe seguirse estrictamente la definición de los daños descritos en el Anexo C (Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de un Pavimento) esto con el fin de obtener un PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

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 severidad.

Además de este equipo, se 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.

Procedimiento:

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo al Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se debe conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimiento de medida de daños. Se usa un formulario u *“hoja de información de exploración de la condición”* para cada unidad de muestreo y en los



formatos cada región se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

3.7 Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo

Luego de culminar la inspección de campo, la información recogida se utiliza para calcular el PCI. El cálculo del PCI está basado en los “*valores deducidos*” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas.

El cálculo del PCI, puede realizarse en forma manual o computarizada y el cálculo para cada tipo de pavimento es similar. A continuación se describe el cálculo del PCI para cada tipo de pavimentos.

3.7.1 Cálculo del PCI para pavimentos con Superficie Asfáltica

Con la finalidad de facilitar el entendimiento del cálculo del PCI, se ha descrito mediante diversos pasos:

PASO 1: Determinación de los Valores Deducidos (VD):

1.a Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna de “Total” del formato A.1. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo. Por ejemplo, en la figura 8 se muestra un ejemplo de cálculo; con los datos recogidos de campo que son: falla tipo piel de cocodrilo, numerada como 1, severidad baja y valores tomados de campo, 9.4, 8.8 y 1.5, que sumados dan 19.70. Ese valor se lo coloca en la columna de total.

1.b Divida la “Cantidad total” de cada tipo de daño, en cada nivel de severidad, entre el “área muestra” de la unidad de muestreo y exprese el resultado en 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 o tablas denominadas “valor deducido del daño”, que se encuentra en el anexo B; de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

PASO 2: *Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):*

- 2.a Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b y 2.c.

- 2.b Liste los valores deducidos individuales en orden descendente.

- 2.c Determine el “Número Máximo de Valores Deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación, para carreteras pavimentadas:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i) \quad \text{Ecuación N° 4}$$

Donde:

m_i - Número máximo admisible de “valores deducidos, incluyendo la fracción para la unidad de muestreo i . ($m_i \leq 10$).

HDV_i - El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

De acuerdo al ejemplo de la figura 8, tenemos:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 35.36)$$

$$m_i = 6.94$$



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 los que se tengan.

PASO 3: *Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV):*

Este paso se lo realiza mediante un proceso iterativo que se lo describe a continuación:

3.a Determine el número de valores deducidos (q) mayores que 2. En el ejemplo de la figura 8, $q=2$.

3.b Determine del “*valor deducido total*” sumando todos los valores deducidos individuales. Siguiendo el ejemplo, se suma los valores 35.36, 31.12 y 0.64; que da un total de 67.12.

3.c Determine el CDV con el q y el “*valor deducido total*” en la curva de corrección, de acuerdo al tipo de pavimento. En este ejemplo es $q=2$ por lo tanto el valor leído en las tablas será 49.26.

3.d Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2 y repita las etapas 3.a hasta 3.c. Este proceso se repite hasta que se cumpla la condición que “ q ” sea igual a 1.

3.e El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en el proceso de iteración indicado. Siguiendo el ejemplo, el máximo valor de CDV es 49.26.

PASO 4: Calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 100.

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

Ecuación N° 5

Donde:

PCI - Índice de condición presente

máx. CDV - Máximo valor corregido deducido



3.7.2 Cálculo del PCI para Pavimentos con Superficie de Concreto de Cemento Pórtland

PASO 1: *Determinación de los valores deducidos (VD):*

1.a Contabilice el número de losas en las cuales se presenta cada combinación del tipo de daño y nivel de severidad en el formato que se encuentra en el anexo A.2. En la figura 9, se presenta un ejemplo, con falla 23 B, tenemos 1 losa, con 28 B, 2 losas y con 37 B hay 10 losas.

1.b Divida el número de losas contabilizadas en el paso anterior, entre el número de losas de la unidad y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la “*Densidad*” por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

1.c Determine los “*valores deducidos*” para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva “*valor deducido para pavimentos de concreto*”; las cuales están en el anexo B.

PASO 2: *Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):*

Se procede de la misma manera como lo establecido en vías con capa de rodadura asfáltica, descrita anteriormente.

Siguiendo el ejemplo de la figura 9, tenemos:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 5.90)$$

$$m_i = 9.64$$

PASO 3: *Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV):*



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

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO									
Nombre de la vía:				Esquema:	A	B	C	D			
Evaluated por:				o	o	o	o	o			
Fecha:				10							
Abscisa inicial=	Tramo:			o	o	o	o	o			
Abscisa final=	Número de losas:	20.00		9							
Tipos de Falla				o	o	o	o	o			
21. Blow up / Bucling.	31. Pulimiento de agregados.			8							
22. Grieta de esquina.	32. Popouts.			o	o	o	o	o			
23. Losa dividida.	33. Bombeo.			7							
24. Grieta de Ductilidad "D".	34. Punzonamiento.			o	o	o	o	o			
25. Escala.	35. Cruce vía férrea.			6							
26. Sello de junta.	36. Desconchamiento.			o	o	o	o	o			
27. Desnivel Carril / Berma.	37. Retracción.			5							
28. Grieta lineal.	38. Descascaramiento de esquina.			o	o	o	o	o			
29. Parcheo (grande).	39. Descascaramiento de junta.			4							
30. Parcheo (pequeño).				o	o	o	o	o			
N° Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido	6						
23	B	1	5.00	5.10	o	o	o	o			
28	B	2	10.00	5.90	5						
37	A	10	50.00	2.40	o	o	o	o			
					4						
					o	o	o	o			
					6						
					o	o	o	o			
					2						
					o	o	o	o			
					1						
					o	o	o	o			
Total VD =				13.40	Número de deducidos > 2 (q): 3						
					Valor deducido más alto (HDVI): 5.90						
					mero admisible de deducidos (mi): 9.64						
CÁLCULO DEL PCI											
#	Valores deducidos				TOTAL	q	CDV				
1	5.90	5.10	2.40		13.40	3	3.84				
2	5.90	5.10	2.00		13.00	2	9.76				
3	5.90	2.00	2.00		9.90	1	9.90				
							máx CDV=	9.90			
							PCI = 100 - max CDV				
							PCI = 90				
							<u>EXCELENTE</u>				

Fig.9 Ejemplo de cálculo del PCI, para carreteras con superficie de concreto.

3.8 Cálculo del PCI de una Sección de Pavimento

Si todas las unidades de muestra inspeccionadas son elegidas aleatoriamente o si se inspeccionan todas las unidades, entonces el



PCI de la sección es el promedio de todos PCI de cada unidad de muestra.

Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado que se calcula de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N-A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Ecuación N° 5

Donde:

- PCI_S - PCI de la sección del pavimento.
- PCI_R - PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas
- PCI_A - PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.
- A - Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.
- N - Número total de unidades de muestreo en la sección.

3.9 Informe

Se debe desarrollar un informe general el cual contenga los datos generales de la vía evaluada, estos son:

- a. Ubicación.
- b. Descripción de la sección.
- c. Geometría.
- d. Estructura del pavimento.
- e. Medio ambiente y drenaje.
- f. Obras adicionales

Además se debe hacer un reporte resumen de cada sección, el cual debe incluir la ubicación de la sección evaluada, su tamaño, el número total de las unidades inspeccionadas, los valores del PCI obtenidos, el promedio del PCI y la clasificación de la sección.



CAPÍTULO IV



4. Aplicación del Índice de Condición Presente (PCI)

El PCI permite conocer el estado de la superficie de un pavimento de modo que se lo ha aplicado a algunas vías de la ciudad de Loja con el fin de obtener información acerca de estas. Es de esta manera que he decidido aplicarla a la Av. Manuel Carrión P., y la calle Marcelino Champagnate, que son vías con superficie asfáltica; y las estaciones del SITU, de concreto hidráulico. A continuación se describirá el cálculo para cada una de ellas.

4.1 Evaluación Superficial de la Avenida Manuel Carrión P.

4.1.1 Datos Generales:

4.1.1.1 Ubicación:

La Avenida Manuel Carrión P. se encuentra ubicada en la ciudad y provincia de Loja en el sector oeste de la ciudad.

Esta avenida cruza la ciudad de norte a sur desde la entrada al barrio Miraflores hasta la altura de la Avenida Isidro Ayora. (Ver Anexo D).

4.1.1.2 Descripción de la sección

La avenida tiene un ancho de 16.50 metros, la cual tiene dos carriles con un ancho de 7.50 metros y dividida por un parterre en el centro con un ancho de 1.50 metros.

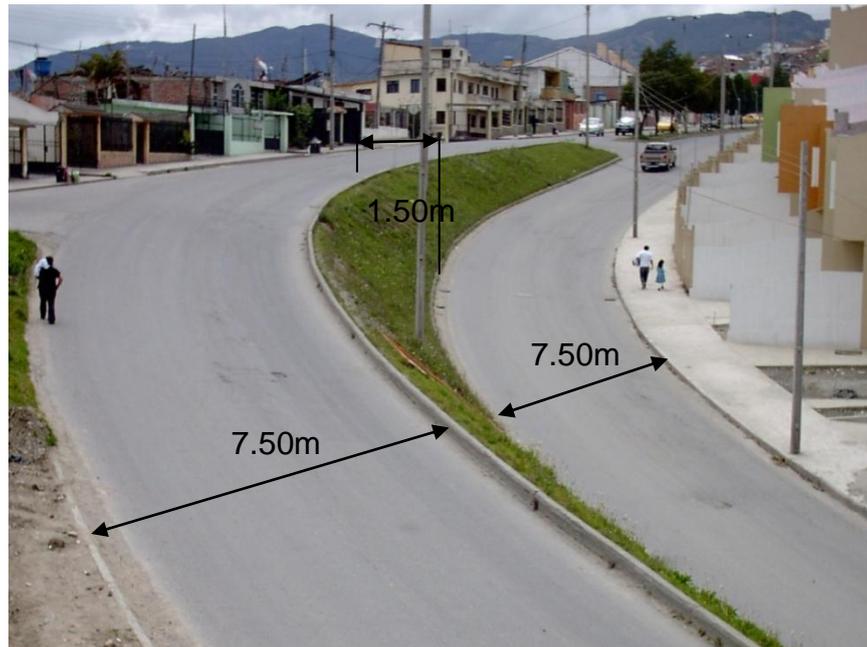


Fig.10 Descripción de la sección de la Av. Manuel Carrión P.

A lo largo del recorrido cuenta con 3 redondeles que permiten la distribución armónica del tráfico.

A la altura de la intersección de la calle José M. Riofrío se encuentran dos rompe velocidades ubicados en ambos sentidos.

4.1.1.3 Geometría

Tiene una longitud de 1 029.10 metros sobre los cuales se encuentran 10 curvas circulares con un radio promedio de 60.00 metros.

4.1.1.4 Estructura del Pavimento

La capa de rodadura es de asfalto con espesor de 2 pulgadas la cual se encuentra asentada sobre una capa granular con un espesor de 0.20 metros y bajo esta una capa mejoramiento en espesor de 0.30 metros.

4.1.1.5 Medio Ambiente y drenaje



A lo largo de la avenida se puede encontrar edificaciones de media altura y en el parterre existen arboles.

Para el drenaje superficial cuenta con sumideros laterales.

4.1.1.6 Obras adicionales

La Avenida cuenta con la respectiva señalización horizontal y vertical.

Cuenta con iluminación nocturna y su vista es privilegiada, pues a lo largo del requerido se puede observar la parte céntrica de la ciudad.

4.1.2 División de las unidades de Muestra

Para poder realizar la división de las unidades de muestra se tomo en base al ancho de calzada, indicado en el cuadro 3.2., además se hizo valer el área que debe estar entre 230 ± 93 metros cuadrados. De esta manera se obtiene los siguientes datos:

Longitud total de la vía =	3+029.10
Ancho de cada carril =	7.50
Longitud de la muestra =	30.00

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada de cada carril es de 7.50m. Esto da un área de 225.00 m^2 , la cual encaja en los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la avenida para la longitud de la muestra, dando como resultado 100.97 unidades; a este valor se lo redondea a un número entero quedando que el número total de unidades de muestra (N) sea igual a 101. De la siguiente manera:

$$N = \frac{3029.10}{30.00} = 100.97 \approx 101$$



Aplicando la ecuación N° 1, se calcula las unidades a ser evaluadas, se adoptará un error $e = 2.80\%$ y una desviación estándar de $\sigma = 10$, debido a que esta es la primera evaluación que se realiza. De modo que tenemos:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$
$$n = \frac{101.00 \times 10.00^2}{\frac{2.80^2}{4.00} \times (101.00 - 1.00) \times 10.00^2}$$
$$n = 34.12 \approx 34$$

Con ello se obtiene 101 unidades de muestra, de las cuales 34 deberán ser evaluadas en cada carril.

4.1.3 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

Mediante la ecuación N°3, se calcula las unidades de muestra a ser inspeccionadas aplicando el método aleatorio:

$$i = \frac{N}{n}$$
$$i = \frac{101.00}{34}$$
$$i = 2.97 \approx 3$$

Por lo tanto el intervalo de muestreo será igual a 3. Para esta evaluación, se consideró seleccionar que la segunda unidad de muestra sea la escogida para la evaluación, de esta manera se evaluará las unidades 5, 8, 11, 14, etc., como se muestra en el siguiente gráfico o ver el Anexo D donde se encuentran todos los tramos.

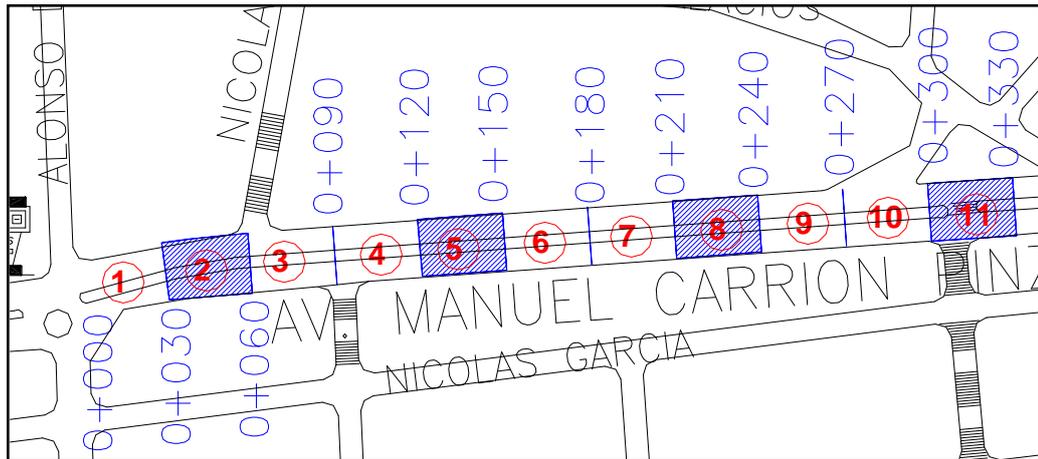


Fig. 11. Esquema de la selección de unidades de muestra de la Avenida Manuel Carrion P.



Fig.12 Inicio al azar de las unidades de muestreo

4.1.4 Inspección de las unidades de Muestra

Una vez determinado las unidades de muestra que serán inspeccionadas, se debe realizar un croquis en el cual consten las unidades de muestra.

Con la guía de inspección adjunta en los anexos de la presente investigación se procede a inspeccionar individualmente cada unidad de muestra elegida. Se debe realizar un diagrama incluyendo su orientación y registrar el tamaño de la muestra.



La inspección se realizó recorriendo la muestra, midiendo el tamaño de la falla y el grado de deterioro, esta información se la registra en el formato apropiado.

Las fallas deben coincidir con los tipos y grados de severidad descritos en el apéndice B en el cual se detalla el método de medición y la descripción.

Este procedimiento se lo realizó a lo largo de cada muestra a ser inspeccionada.

Como la Avenida Manuel Carrión P. tienen 2 carriles se ha considerado que el carril que recorre de sur a norte se lo denominó “lado derecho” y el que recorre de norte a sur, “lado izquierdo”

4.1.5 Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra

Para cada unidad de muestra se realizó el cálculo del PCI, de acuerdo a lo especificado el literal 3.7.1.

En las siguientes figuras se presenta los cálculos solo de 3 tramos evaluados.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA													
Nombre de la vía:		Av. Manuel Carrión Pinzano (Lado derecho)					Esquema:						
Evaluado por:		Christian Armijos											
Fecha:		martes, 14 de abril de 2009											
Abscisa inicial=		0+030.00		Tramo:		2 - der							
Abscisa final=		0+060.00		Área muestra=		225.00							
TIPOS DE FALLAS													
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.							
FALLAS EXISTENTES													
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido		
11	B	19.20	1.20						20.40	9.07	15.77		
11	A	12.75							12.75	5.67	40.20		
5	B	2.40							2.40	1.07	2.61		
6	A	2.80							2.80	1.24	17.90		
6	M	2.40							2.40	1.07	9.15		
1	A	11.10	2.40						13.50	6.00	54.60		
1	M	6.12							6.12	2.72	31.30		
3	B	13.00							13.00	5.78	5.54		
Número de deducidos > 2 (q) :									8.00	Total VD = 177.08			
Valor deducido más alto (HDVi) :									54.60				
Número admisible de deducidos (mi) :									5.17				
CÁLCULO DEL PCI													
#	Valores Deducidos							TOTAL	q	CDV			
1	54.60	40.20	31.30	17.90	15.77			159.77	5	81.23			
2	54.60	40.20	31.30	17.90	2.00			146.00	4	79.67			
3	54.60	40.20	31.30	2.00	2.00			130.10	3	78.86			
4	54.60	40.20	2.00	2.00	2.00			100.80	2	70.96			
5	54.60	2.00	2.00	2.00	2.00			62.60	1	62.60			
									máx. CDV= 81				
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 19 <u>MUY MALO</u>													

Fig.13 Evaluación Avenida Manuel Carrión P., tramo 2, lado derecho.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA													
Nombre de la vía:		Av. Manuel Carrión Pinzano (Lado izquierdo)					Esquema:						
Evaluado por:		Christian Armijos											
Fecha:		martes, 19 de mayo de 2009											
Abscisa inicial=		0+120.00		Tramo:		5 - izq							
Abscisa final=		0+150.00		Área muestra=		225.00							
TIPOS DE FALLAS													
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.							
FALLAS EXISTENTES													
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido		
11	B	12.73	2.10						14.83	6.59	12.59		
8	B	30.00							30.00	13.33	7.77		
1	M	5.25							5.25	2.33	29.63		
1	B	1.00	0.48	0.45	3.52				5.45	2.42	18.39		
Número de deducidos > 2 (q) :									4.00	Total VD = 68.38			
Valor deducido más alto (HDVi) :									29.63				
Número admisible de deducidos (mi) :									7.46				
CÁLCULO DEL PCI													
#	Valores Deducidos							TOTAL	q	CDV			
1	29.63	18.39	12.59	7.77				68.38	4	37.69			
2	29.63	18.39	12.59	2.00				62.61	3	39.49			
3	29.63	18.39	2.00	2.00				52.02	2	38.53			
4	29.63	2.00	2.00	2.00				35.63	1	35.63			
									máx. CDV=	39			
PCI = 100 - máx. CDV													
PCI = 61													
											<u>BUENO</u>		

Fig.17 Evaluación Avenida Manuel Carrión P., tramo 5, lado Izquierdo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA													
Nombre de la vía:		Av. Manuel Carrión Pinzano (Lado izquierdo)						Esquema:					
Evaluado por:		Christian Armijos											
Fecha:		martes, 19 de mayo de 2009											
Abscisa inicial=		0+210.00		Tramo:		8 - izq							
Abscisa final=		0+240.00		Área muestra=		225.00							
TIPOS DE FALLAS													
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinales y transversales.				11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.									
FALLAS EXISTENTES													
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido	
1	B	6.20	16.28							22.48	9.99	32.99	
12	B	35.00								35.00	15.56	5.17	
11	M	12.95								12.95	5.76	24.06	
Número de deducidos > 2 (q) :										3.00	Total VD =		62.22
Valor deducido más alto (HDVi) :										32.99			
Número admisible de deducidos (mi) :										7.15			
CÁLCULO DEL PCI													
#	Valores Deducidos								TOTAL	q	CDV		
1	32.99	24.06	5.17					62.22	3	39.24			
2	32.99	24.06	2.00					59.05	2	43.60			
3	32.99	2.00	2.00					36.99	1	36.99			
máx. CDV=										44			
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 56 <u>BUENO</u>													

Fig.18 Evaluación Avenida Manuel Carrión P., tramo 8, lado Izquierdo.



4.1.6 Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento

Como todas las unidades de muestra inspeccionadas han sido elegidas aleatoriamente y no se ha inspeccionado muestras adicionales, el PCI de la Avenida por lo tanto será el promedio del PCI de cada unidad de muestra. En la figura 19 y 20, se presenta el reporte resumen del PCI para cada lado derecho e izquierdo, respectivamente.

TRAMO	ABSCISA		ÁREA (m2)	PCI
	INICIAL	FINAL		
2	0+030.0	0+060.0	225	19
5	0+120.0	0+150.0	225	38
8	0+210.0	0+240.0	225	76
11	0+300.0	0+330.0	225	79
14	0+390.0	0+420.0	225	70
17	0+480.0	0+510.0	225	46
20	0+570.0	0+600.0	225	72
23	0+660.0	0+690.0	225	44
26	0+750.0	0+780.0	225	45
29	0+840.0	0+870.0	225	42
32	0+930.0	0+960.0	225	4
35	1+020.0	1+050.0	225	76
38	1+110.0	1+140.0	225	79
41	1+200.0	1+230.0	225	52
44	1+290.0	1+320.0	225	60
47	1+380.0	1+410.0	225	82
50	1+470.0	1+500.0	225	31
53	1+560.0	1+590.0	225	43
56	1+650.0	1+680.0	225	35
59	1+740.0	1+770.0	225	62
62	1+830.0	1+860.0	225	38
65	1+920.0	1+950.0	225	67
68	2+010.0	2+040.0	225	66
71	2+100.0	2+130.0	225	31
74	2+190.0	2+220.0	225	30
77	2+280.0	2+310.0	225	61
80	2+370.0	2+400.0	225	40
83	2+460.0	2+490.0	225	33
86	2+550.0	2+580.0	225	44
89	2+640.0	2+670.0	225	69
92	2+730.0	2+760.0	225	70
95	2+820.0	2+850.0	225	75
98	2+910.0	2+940.0	225	29
101	3+000.0	3+029.1	225	59
PCI TOTAL =				52

Regular

Fig. 19 Esquema resumen de las unidades de muestra del lado derecho de la Avenida Manuel Carrión P.



TRAMO	ABSCISA		ÁREA (m ²)	PCI	
	INICIAL	FINAL			
2	0+030.0	0+060.0	225	40	
5	0+120.0	0+150.0	225	61	
8	0+210.0	0+240.0	225	56	
11	0+300.0	0+330.0	225	62	
14	0+390.0	0+420.0	225	26	
17	0+480.0	0+510.0	225	20	
20	0+570.0	0+600.0	225	23	
23	0+660.0	0+690.0	225	38	
26	0+750.0	0+780.0	225	28	
29	0+840.0	0+870.0	225	32	
32	0+930.0	0+960.0	225	40	
35	1+020.0	1+050.0	225	45	
38	1+110.0	1+140.0	225	37	
41	1+200.0	1+230.0	225	39	
44	1+290.0	1+320.0	225	45	
47	1+380.0	1+410.0	225	59	
50	1+470.0	1+500.0	225	16	
53	1+560.0	1+590.0	225	36	
56	1+650.0	1+680.0	225	71	
59	1+740.0	1+770.0	225	76	
62	1+830.0	1+860.0	225	52	
65	1+920.0	1+950.0	225	74	
68	2+010.0	2+040.0	225	71	
71	2+100.0	2+130.0	225	56	
74	2+190.0	2+220.0	225	47	
77	2+280.0	2+310.0	225	55	
80	2+370.0	2+400.0	225	89	
83	2+460.0	2+490.0	225	58	
86	2+550.0	2+580.0	225	64	
89	2+640.0	2+670.0	225	88	
92	2+730.0	2+760.0	225	69	
95	2+820.0	2+850.0	225	24	
98	2+910.0	2+940.0	225	68	
PCI TOTAL =				50	<i>Regular</i>

Fig. 20 Esquema resumen de las unidades de muestra del lado izquierdo de la Avenida Manuel Carrión P.

4.2 Evaluación Superficial de la Calle Marcelino Champagnate.

4.2.1 Datos Generales:

La calle Marcelino Champagnate se encuentra ubicada en la ciudad y provincia de Loja.



Se encuentra en el sector este de la ciudad de Loja y es la calle de acceso a la Universidad Técnica Particular de Loja.

Esta calle inicia a partir de la avenida Santiago de las Montañas, y termina en el control de acceso a la universidad.

4.2.1.1 Descripción de la Sección

La calle Marcelino Champagnate tiene un ancho de calzada de 8.00 metros; sobre su lado derecho, existe una vereda con un ancho de 1.50 metros y sobre su lado izquierdo una zona verde.



Fig. 21 Esquema del ancho de la calle Marcelino Champagnate.

Cuenta con un distribuidor de tráfico a la altura de su curva más pronunciada.

4.2.1.2 Geometría:

Tiene una longitud de 570.00 metros sobre los cuales se han proyectado 4 curvas circulares.

4.2.1.3 Estructura del Pavimento

La capa de rodadura es de asfalto (doble tratamiento) la cual se encuentra sobre una capa granular con un espesor de 0.20 metros y bajo esta una capa mejoramiento en espesor de 0.30 metros.



4.2.1.4 Medio Ambiente y drenaje

La calle Marcelino Champagnate en su inicio y al margen derecho cuenta con algunas edificaciones y posteriormente se encuentra un muro de hormigón; al margen izquierdo se existe un área verde.

La calle cuenta drenaje superficial en forma de sumideros laterales.

4.2.1.5 Obras adicionales

Esta calle cuenta con señalización horizontal y vertical, además a lo largo de esta en la noche se puede contar con iluminación. Debido a su diferencia de nivel, en la parte superior a la altura del distribuidor de tráfico se puede observar el centro de la ciudad de Loja.

4.2.2 División de las unidades de Muestra

Con el ancho de calzada de 30.00 metros, adoptada en función del cuadro 3.2, se ha calculado el número de unidades de muestra, de la siguiente manera:

Longitud total de la vía =	0+570.00
Ancho de cada carril =	8.00
Longitud de la muestra =	30.00

En base a estos datos, el área de la muestra será igual a 240 metros cuadrados. Para obtener las unidades de muestras se divide la longitud total de la vía para la longitud de la muestra de la siguiente manera:

$$N = \frac{570.00}{30.00}$$
$$N = 19.00$$

De esta manera se obtiene 19 unidades de muestra; ahora para poder calcular el número de unidades de muestra a ser evaluadas se aplica la ecuación N° 1 adoptando un erro $e = 5\%$ y una desviación



estándar $\sigma = 10$, debido a que es la primera evaluación que se realiza y no se conoce la desviación estándar para este caso en particular.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$
$$n = \frac{19.00 \times 10.00^2}{\frac{5.00^2}{4.00} \times (19.00 - 1.00) + 10.00^2}$$
$$n = 8.94 \approx 9$$

Con estos datos se obtiene 19 unidades de muestra y a las cuales 9 deberán ser evaluadas.

4.2.3 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

Mediante la ecuación N°3 se calcula las unidades de muestra a ser inspeccionadas, aplicando el método aleatorio:

$$i = \frac{N}{n}$$
$$i = \frac{19}{9}$$
$$i = 2.11 \approx 2$$

Por lo tanto el intervalo de muestreo será igual a 2. Debido a que son pocas unidades de muestreo, se estima que lo ideal será evaluar toda la vía, para tener una mayor precisión en el cálculo del PCI, como se muestra en la siguiente figura 15.

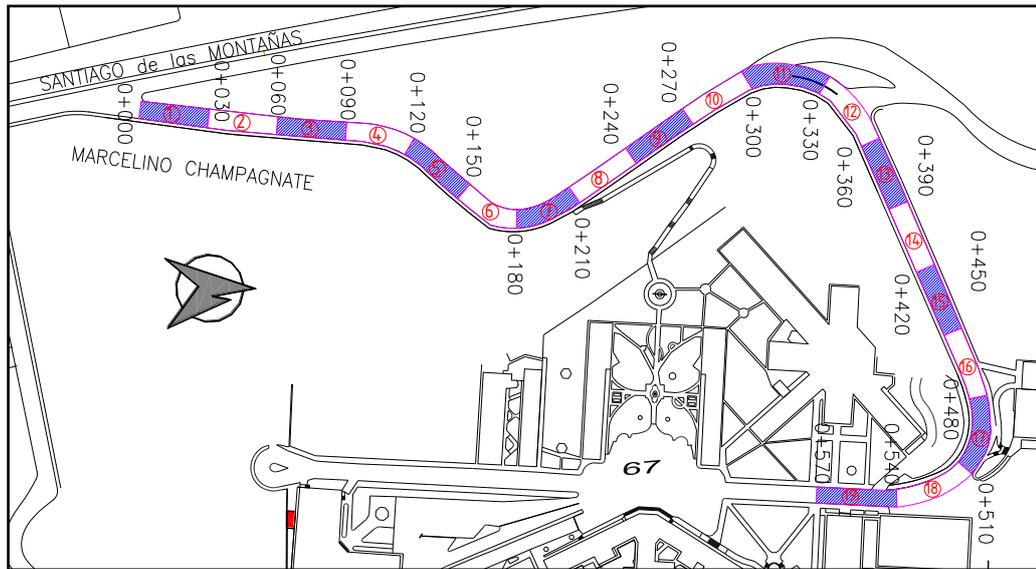


Fig. 22 Gráfico de la división de las unidades de muestra de la calle Marcelino Champagnate.

4.2.4 Inspección de las unidades de Muestra

Realizado el croquis de las unidades de muestra que serán evaluadas y con la Guía de Inspección adjunta en los anexos se procede a realizar la inspección recorriendo las unidades de muestra, midiendo el tamaño de la falla y el grado de deterioro, esta información se la registra en el formato apropiado.

Las fallas deben coincidir con los tipos y grados de severidad descritos en el apéndice B, en el cual se detalla el método de medición y la descripción.

Este procedimiento se lo realizó a lo largo de cada muestra a ser inspeccionada.

4.2.5 Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra

Para cada unidad de muestra se realizó el cálculo del PCI, de acuerdo a lo especificado el literal 3.7.1. A continuación se presenta las tres primeras hojas de evaluación.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA												
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA												
Nombre de la vía:		Calle Marcelino Champagneate						Esquema:				
Evaluado por:		Christian Armijos										
Fecha:		martes, 21 de julio de 2009										
Abscisa inicial=		0+000.00		Tramo:		1						
Abscisa final=		0+030.00		Área muestra=		240.00						
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
11	B	24.00	8.69	23.36						56.05	23.35	25.08
11	M	10.08	34.24							44.32	18.47	39.54
1	B	4.50	3.52	10.23						18.25	7.60	29.95
										Total VD =		94.56
Número de deducidos > 2 (q) :										3.00		
Valor deducido más alto (HDV) :										39.54		
Número admisible de deducidos (mi) :										6.55		
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								TOTAL	q	CDV	
1	39.54	29.95	25.08						94.56	3	59.55	
2	39.54	29.95	2.00						71.49	2	52.26	
3	39.54	2.00	2.00						43.54	1	43.54	
										máx. CDV=		60
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 40 <u>REGULAR</u>												

Fig. 22 Evaluación calle Marcelino Champagneate., tramo 1.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA												
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA												
Nombre de la vía:		Calle Marcelino Champagnate					Esquema:					
Evaluado por:		Christian Armijos										
Fecha:		martes, 21 de julio de 2009										
Abscisa inicial=		0+030.00		Tramo:		2						
Abscisa final=		0+060.00		Área muestra=		240.00						
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales						Total	Densidad %	Valor Deducido		
11	A	9.90						9.90	4.13	35.23		
11	B	4.48						4.48	1.87	4.12		
1	B	3.96	14.52					18.48	7.70	30.08		
11	M	26.74	6.71					33.45	13.94	35.24		
10	M	6.10						6.10	2.54	5.85		
								Total VD =		110.51		
Número de deducidos > 2 (q) :								5.00				
Valor deducido más alto (HDVi) :								35.24				
Número admisible de deducidos (mi) :								6.95				
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos						TOTAL	q	CDV			
1	35.24	35.23	30.08	5.85	4.12		110.51	5	57.80			
2	35.24	35.23	30.08	5.85	2.00		108.39	4	61.40			
3	35.24	35.23	30.08	2.00	2.00		104.55	3	65.32			
4	35.24	35.23	2.00	2.00	2.00		76.47	2	55.60			
5	35.24	2.00	2.00	2.00	2.00		43.24	1	43.24			
								máx. CDV=		65		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 35 <u>MALO</u>												

Fig. 23 Evaluación calle Marcelino Champagnate., tramo 2.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA											
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA											
Nombre de la vía: Calle Marcelino Champagnate				Esquema:							
Evaluado por: Christian Armijos											
Fecha: martes, 21 de julio de 2009											
Abscisa inicial= 0+060.00		Tramo: 3									
Abscisa final= 0+090.00		Área muestra= 240.00									
TIPOS DE FALLAS											
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parqueo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.					
FALLAS EXISTENTES											
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido
3	M	4.73						4.73	1.97	5.68	
11	A	33.00	5.04					38.04	15.85	61.07	
10	M	4.60	0.80	1.70				7.10	2.96	6.80	
1	B	1.35	8.97					10.32	4.30	24.26	
11	B	2.88						2.88	1.20	2.72	
								Total VD =		100.53	
Número de deducidos > 2 (q) :								5.00			
Valor deducido más alto (HDVi) :								61.07			
Número admisible de deducidos (mi) :								4.58			
CÁLCULO DEL PCI											
#	Valores Deducidos							TOTAL	q	CDV	
1	61.07	24.26	6.80	5.68	2.72			100.53	5	52.44	
2	61.07	24.26	6.80	5.68	2.00			99.81	4	56.66	
3	61.07	24.26	6.80	2.00	2.00			96.13	3	60.47	
4	61.07	24.26	2.00	2.00	2.00			91.33	2	65.20	
5	61.07	2.00	2.00	2.00	2.00			69.07	1	69.07	
								máx. CDV=		69	
PCI = 100 - máx. CDV											
PCI = 31										MALO	

Fig. 24 Evaluación calle Marcelino Champagnate., tramo 3.



4.2.6 Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento

Como todas las unidades de muestra han sido inspeccionadas, el valor del PCI será igual al promedio de los datos.

El la figura 25, se presenta el resumen de los datos obtenidos en el campo:



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

**RESUMEN EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA**

Nombre de la vía: Calle Marcelino Champagnate
Evaluado por: Christian R. Armijos Salinas
Fecha: Julio de 2009

TRAMO	ABSCISA		ÁREA (m2)	PCI
	INICIAL	FINAL		
1	0+000.0	0+030.0	240	40
2	0+030.0	0+060.0	240	35
3	0+060.0	0+090.0	240	31
4	0+090.0	0+120.0	240	20
5	0+120.0	0+150.0	240	42
6	0+150.0	0+180.0	240	27
7	0+180.0	0+210.0	240	57
8	0+210.0	0+240.0	240	43
9	0+240.0	0+270.0	240	67
10	0+270.0	0+300.0	240	49
11	0+300.0	0+330.0	240	59
12	0+330.0	0+360.0	240	54
13	0+360.0	0+390.0	240	57
14	0+390.0	0+420.0	240	73
15	0+420.0	0+450.0	240	64
16	0+450.0	0+480.0	240	73
17	0+480.0	0+510.0	240	60
18	0+510.0	0+540.0	240	56
19	0+540.0	0+570.0	240	62
PCI TOTAL =				51

Regular

Fig. 25 Esquema resumen del cálculo del PCI, de la evaluación de la calle Marcelino Champagnate.



4.3 Evaluación Superficial estación Norte del Sistema Integrado de Transporte Urbano

4.3.1 Datos Generales

La estación Norte, o conocida como la estación La Banda, pertenece una de las paradas del Sistema Integrado de Transporte Urbano de la ciudad de Loja.

Se encuentra en la Avenida 8 de Diciembre entre las calles Belizario Moreno y Manuel Saenz.

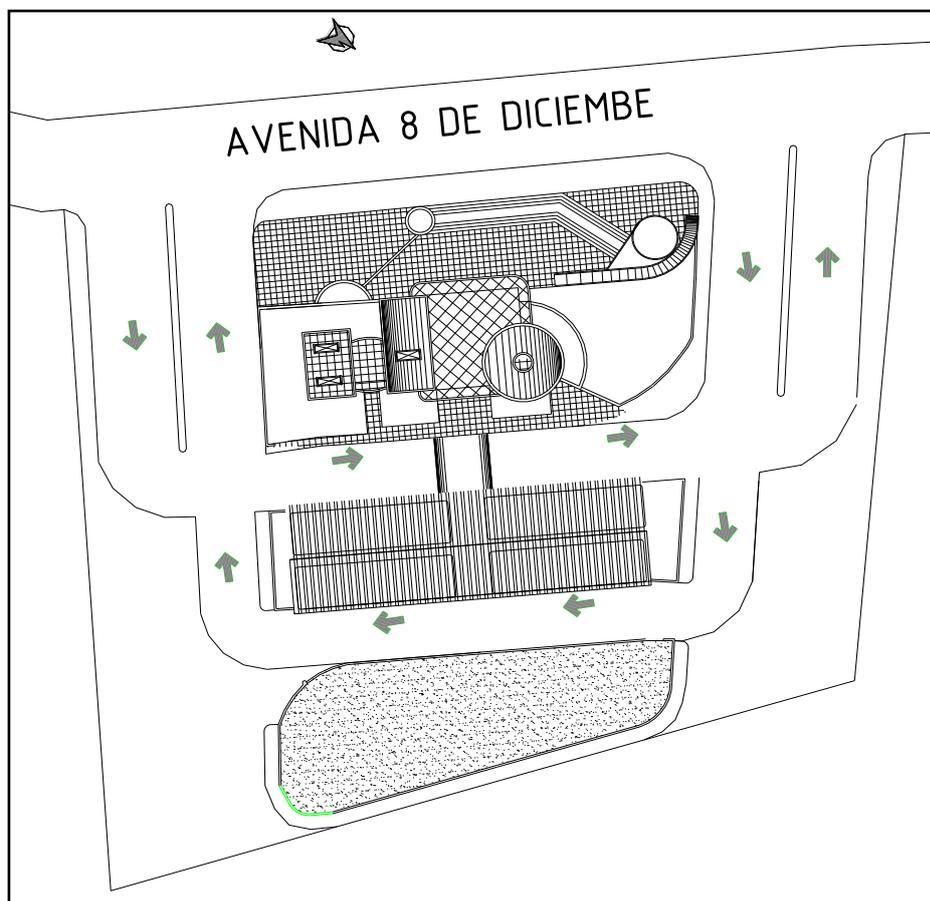


Fig. 26 Esquema de la estación Norte del SITU.

4.3.1.1 Descripción de la Sección

El pavimento es rígido con refuerzos, losas de 3.55 metros de ancho por 4.50 metros de largo. A lo largo del tramo 2 y 3 las losas se reducen a 3.30 metros de ancho por 4.47 metros de largo.



Fig. 27 Descripción de la sección de la estación Norte.

4.3.1.2 Geometría

La geometría de esta estación es irregular con el fin de permitir el ingreso de los distintos buses para dejar y recoger a los usuarios. En la figura 7, se muestra con flechas la dirección hacia donde recorrerán los autobuses.

4.3.1.3 Estructura del Pavimento

La capa de rodadura es de concreto hidráulico con espesor de 20 centímetros la cual se encuentra sobre una capa granular con un espesor de 0.20 metros y bajo esta una capa mejoramiento en espesor de 0.30 metros.

4.3.1.4 Medio Ambiente y drenaje

Alrededor de la vía, se encuentra un área verde.

Cuenta drenaje superficial en forma de sumideros laterales.

4.3.1.5 Obras adicionales



A los lados laterales de las vías de la estación se encuentran estructuras diseñadas para la espera de los buses por parte de los pasajeros como se puede ver en la siguiente figura.



Fig. 28 Estructura adicional.

4.3.2 División de las unidades de Muestra

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas.

4.3.3 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

En vista que no se cuenta con una gran extensión, se ha considerado evaluar todas las vías, las cuales han sido repartidas como se muestra en el siguiente gráfico.

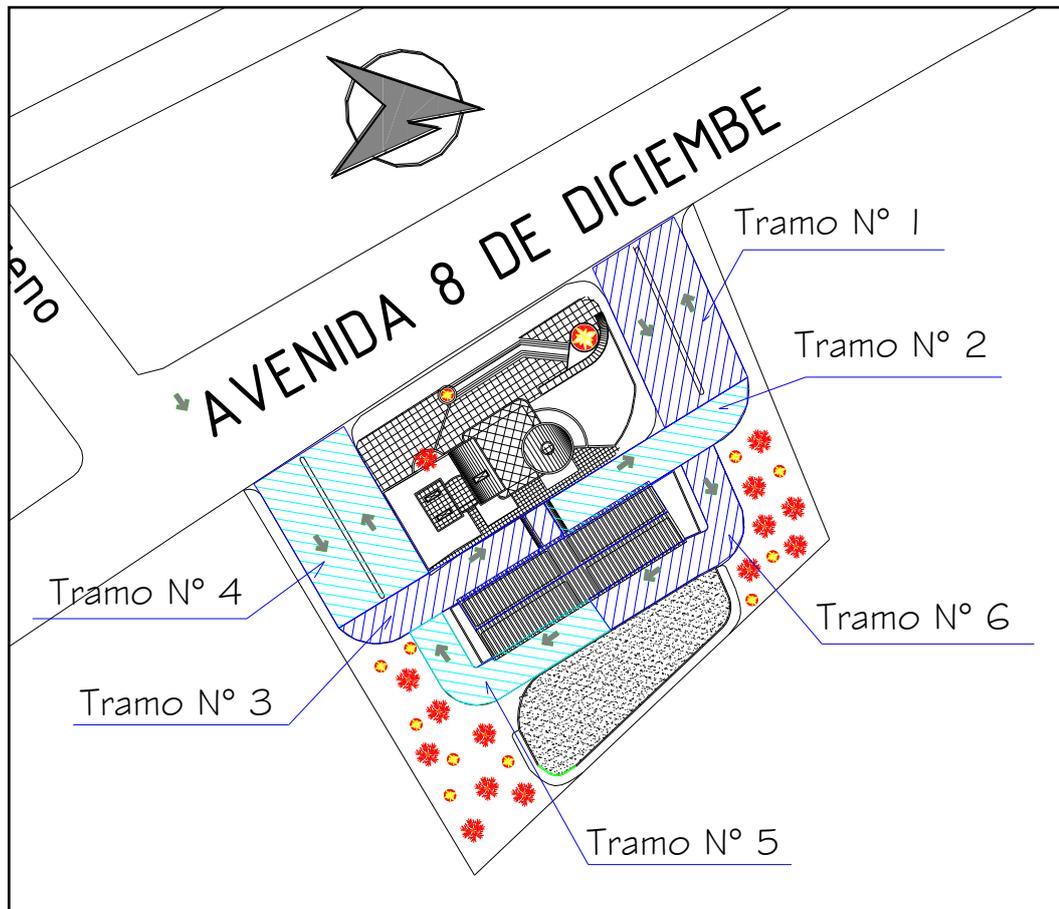


Fig. 29 Esquema de la división de unidades de muestra de la estación Norte SITU

4.3.4 Inspección de las unidades de Muestra

Con el manual de daños, realizado el croquis y realizada la selección de las unidades de muestra a ser inspeccionadas que en este caso se examinarán todas las unidades de muestra se procedió a caminar por cada losa registrando si sobre esta se encuentran algún tipo de deterioro que coincida con los descritos en el manual de daños, además se registro su severidad y cantidad esta información se la registra en el formato descrito en el apéndice A.

4.3.5 Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra

El método para el cálculo de las unidades de muestra se ha calculado de acuerdo a los pasos descritos en el literal 3.7.2 de la



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO													
Nombre de la vía:		Estación La Banda (SITU)					Esquema:								
Evaluado por:		Christian Armijos					<input type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D								
Fecha:		sábado, 25 de julio de 2009					10								
Abscisa inicial=		0+000.00		Tramo:		5		<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>							
Abscisa final=		0+035.76		Número de losas:		16.00		9							
Tipos de Falla															
21. Blow up / Bucling. 22. Grieta de esquina. 23. Losa dividida. 24. Grieta de Ductilidad "D". 25. Escala. 26. Sello de junta. 27. Desnivel Carril / Berma. 28. Grieta lineal. 29. Parcheo (grande). 30. Parcheo (pequeño).					31. Pulimiento de agregados. 32. Popouts. 33. Bombeo. 34. Punzonamiento. 35. Cruce vía férrea. 36. Desconchamiento. 37. Retracción. 38. Descascamiento de esquina. 39. Descascamiento de junta.					8			32B		
N° Falla		Severidad		N° de Losas		Densidad (%)		Valor Deducido		7			28B		
28		B		1		6.25		3.88		6			39B 39B		
28		M		2		12.50		9.65		5			28M		
32		B		2		12.50		1.90		4			28M		
38		M		1		6.25		1.98		3			38M		
39		B		3		18.75		3.95		2			37 39B		
37		B		1		6.25		0.00		1			32B		
										Número de deducidos > 2 (q):			3		
										Valor deducido más alto (HDVi):			9.65		
										Número admisible de deducidos (mi):			9.30		
										Total VD =			21.35		
CÁLCULO DEL PCI															
#	Valores deducidos						TOTAL	q	CDV						
1	9.65	3.95	3.88	1.98	1.90	-	21.4	3	11.95						
2	9.65	3.95	2.00	1.98	1.90	-	19.5	2	15.53						
3	9.65	2.00	2.00	1.98	1.90	-	17.5	1	17.53						
									máx CDV=		17.53				
PCI = 100 - max CDV PCI = 82 <u>MUY BUENO</u>															

Fig. 34 Cálculo del tramo 5, de la estación Norte SITU



4.3.6 Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento

Como todas las unidades de muestra han sido inspeccionadas, el valor del PCI será igual al promedio de los datos obtenidos de cada unidad de muestra inspeccionada. En la figura 21, se presenta el cuadro resumen de los datos obtenidos en el campo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

**RESUMEN EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)
CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO**

Nombre de la vía: Estación La Banda (SITU)
Evaluado por: Christian R. Armijos Salinas
Fecha: Julio de 2009

TRAMO	ABSCISA		NÚMERO DE LOSAS	PCI
	INICIAL	FINAL		
1	0	27	24	96
2	27	67.23	17	90
3	67.23	109.53	17	92
4	109.53	136.53	24	95
5	0	35.76	16	82
6	35.76	71.52	16	92
PCI TOTAL =				91 <i>Excelente</i>

Fig. 36 Cuadro resumen del cálculo del PCI, de las unidades de muestra inspeccionadas en la Estación Norte SITU

4.4 Evaluación Superficial estación Sur del Sistema Integrado de Transporte Urbano

4.4.1 Datos Generales

Esta estación también se la conoce como estación La Tebaida. Se encuentra ubicada en la ciudadela Los Molinos en la calle Chile entre Avenida Universitaria y 18 de Noviembre.



La entrada a esta estación se la realiza por la calle 18 de Noviembre y desemboca en la Avenida Universitaria, como se muestra en el siguiente croquis.

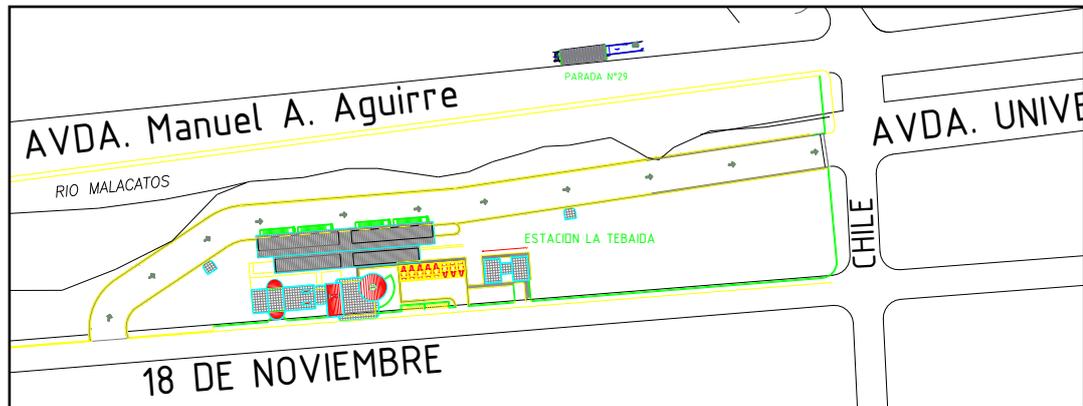


Fig. 37 Esquema de la estación Sur del SITU.

4.4.1.1 Descripción de la Sección

El pavimento es rígido, con losas de 4.35 metros de ancho por 4.70 metros de largo.

4.4.1.2 Geometría

La geometría de esta estación regular desde su acceso por la calle 18 de Noviembre cuenta con dos curvas circulares que permiten acceder a la parada.

4.4.1.3 Estructura del Pavimento

La capa de rodadura es de concreto hidráulico con refuerzo y un espesor de 20 centímetros esta se encuentra sobre una capa granular de 20 centímetros de espesor y bajo esta una capa mejoramiento de 30 centímetros.

4.4.1.4 Medio Ambiente y Drenaje

Alrededor de la vía, se encuentra un área verde.

Cuenta drenaje superficial en forma de sumideros laterales.



4.4.1.5 Obras Adicionales

A los lados laterales de las vías de la estación, se encuentran estructuras diseñadas para la espera de los buses por parte de los pasajeros.

4.4.2 División de las Unidades de Muestra

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas.

Para el cálculo de las unidades de muestra se divide la longitud total de la vía para en la longitud de las losas de la siguiente manera.

$$\begin{aligned} \text{Longitud total de la vía} &= 0+248.20 \\ \text{Lago de la losa} &= 7.50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= \frac{248.20}{4.70} \\ N &= 5.80 \approx 6 \end{aligned}$$

Por lo que se obtiene 6 unidades de muestra. Aplicando la ecuación N° 1, se calcula el número mínimo de unidades de muestra a ser inspeccionadas; se adopta un error $e = 5 \%$, que es el permitido, en vista que es la primera inspección que se ha realizado, se tomara una media estándar $\sigma = 15.$, con estas indicaciones, se procedió:

$$\begin{aligned} n &= \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \\ n &= \frac{6.00 \times 15.00^2}{\frac{5.00^2}{4.00} \times (6.00 - 1.00) + 15.00^2} \\ n &= 5.26 \approx 5 \end{aligned}$$



Por lo tanto se deberá evaluar todas las unidades de muestra, así que no será necesario realizar el procedimiento de muestreo para seleccionar las unidades de muestra a ser inspeccionadas. Lo que se va a realizar es el croquis de evaluación mostrado en la siguiente figura.

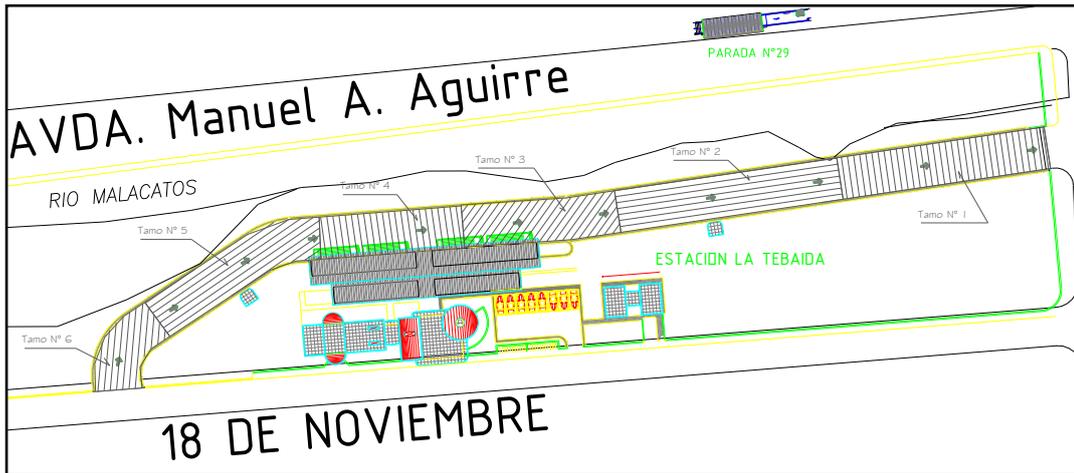


Fig. 38 Esquema de la división de unidades de muestra de la estación Sur SITU

4.4.3 Inspección de las unidades de Muestra

Con el Manual de Daños, realizado el croquis y realizada la selección de las unidades de muestra a ser inspeccionadas que en este caso se examinarán todas las unidades de muestra, se procedió a recorrer por cada losa, registrando si sobre esta se encuentran algún tipo de deterioro que coincida con los descritos en el manual de daños, además se registro su severidad y cantidad; esta información se la registra en el formato descrito en el apéndice A.

4.4.4 Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra

El método para el cálculo de las unidades de muestra se ha calculado de acuerdo a los pasos descritos en el literal 3.7.2 de la presente investigación. Las encuestas y cálculo de cada una de las unidades de muestra se presentan a continuación.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRÁULICO										
Nombre de la vía: Estación La Tebaida (SITU)		Esquema: A B C D										
Evaluado por: Christian Armijos		o o o o o										
Fecha: jueves, 23 de julio de 2009		10										
Abscisa inicial= 0+047.00		Tramo: 2		o o o o o								
Abscisa final= 0+094.00		Número de losas: 20.00		9								
Tipos de Falla						o o o o o						
21. Blow up / Bucling.		31. Pulimiento de agregados.		8 37								
22. Grieta de esquina.		32. Popouts.		o o o o o								
23. Losa dividida.		33. Bombeo.		7 28B 28B								
24. Grieta de Ductilidad "D".		34. Punzonamiento.		o o o o o								
25. Escala.		35. Cruce vía férrea.		6 37 37								
26. Sello de junta.		36. Desconchamiento.		o o o o o								
27. Desnivel Carril / Berma.		37. Retracción.		4 28B 28B								
28. Grieta lineal.		38. Descascaramiento de esquina.		3 37 22B								
29. Parcheo (grande).		39. Descascaramiento de junta.		2 37								
30. Parcheo (pequeño).				1 37								
N° Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido								
37	B	8	40.00	1.80								
28	B	5	25.00	12.80								
22	B	1	5.00	3.50								
Total VD =				18.10	Número de deducidos > 2 (q) : 2							
					Valor deducido más alto (HDV): 12.80							
					Número admisible de deducidos (mi): 9.01							
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV	
1	12.80	3.50	1.80					18.1	2	14.29		
2	12.80	2.00	1.80					16.6	1	16.60		
									máx CDV= 16.60			
PCI = 100 - max CDV												
PCI = 83 <u>MUY BUENO</u>												

Fig. 40 Cálculo del tramo 2, de la estación Sur del SITU



4.4.5 Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento

Como todas las unidades de muestra han sido inspeccionadas, el valor del PCI será igual al promedio de los datos obtenidos de cada unidad de muestra inspeccionada. En la figura 45, se presenta el cuadro resumen de los datos obtenidos en el campo.

TRAMO	ABSCISA		NÚMERO DE LOSAS	PCI
	INICIAL	FINAL		
1	0	47	20	92
2	47	94	20	83
3	94	141	20	94
4	141	188	20	87
5	188	235	20	95
6	235	248.2	8	80
PCI TOTAL =				89

Excelente

Fig. 45 Cuadro resumen del cálculo del PCI, de las unidades de muestra inspeccionadas en la Estación Norte SITU.



CAPÍTULO V



5. Conclusiones y Recomendaciones

Después de haber realizado las evaluaciones de las calles establecidas para ser evaluadas, se ha llegado a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

5.1 Conclusiones:

- En la Avenida Manuel Carrión P. una vez realizada la evaluación el índice de Condición Presente (PCI) promedio entre los dos lados es 51, de esta manera, la calzada de la avenida, se encuentra en un estado *regular* indicando que en esta vía se deberá considerar una rehabilitación por lo menos con bacheo en las zonas más críticas.
- En la calle Marcelino Champagnate, el Índice de Condición Presente (PCI) es 51, por lo tanto, la calzada tendrá una clasificación *regular*; siendo necesario considerar una rehabilitación para incrementar el periodo de funcionamiento antes de que se produzcan deterioros mayores.
- La estación Norte del Sistema Integrado de Transporte (SITU), el índice de Condición Presente (PCI) es 91, por lo tanto el estado de la superficie es *excelente*. Vale mencionar que esta estación no se encuentra expuesta a las cargas de tráfico por el momento, pese a esto, ya presenta una degradación temprana de la superficie.
- La estación Sur del Sistema Integrado de Transporte (SITU) se encuentra expuesta a las cargas diarias de tráfico de los buses y cuenta con un índice de Condición Presente (PCI) de 89 que es una clasificación *excelente*.
- En las calles de la ciudad de Loja se debe cuantificar el valor del PCI para de esta manera, conseguir que se efectúen políticas de conservación y por consiguiente detener el deterioro de las calles.
- Conociendo el estado en que se encuentra las calles de la ciudad de Loja se podrá tomar decisiones acertadas en cada caso y se



podrá definir un cronograma de rehabilitación e inclusive una estrategia de inversión.

5.2 Recomendaciones:

- Hasta el momento no se ha determinado un grado de precisión para este tipo de ensayo, por lo que, los inspectores deberán determinar los tipos de falla con una certeza del 95% y para ello es necesario seguir lo establecido en el Manual de Daños.
- Las variaciones de las longitudes deberán ser consideradas adecuadas, cuando se encuentren dentro de una variación del 10% si se realizan nuevas mediciones.
- Las mediciones de superficie deben ser consideradas adecuadas cuando se encuentran dentro de un rango del 20% cuando se vuelve a medir.
- Al momento de realizar la inspección el campo, el inspector o inspectores, deberán contar el equipo necesario para su desplazamiento en la vía.
- En cuanto a las vías evaluadas, es importante que en un periodo de 6 a 12 meses se vuelva a realizar una nueva evaluación con el fin de conseguir realizar la curva del comportamiento de estos pavimentos después de un periodo de tiempo.



REFERENCIAS:

- 1 AASHTO, "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures", American Association of State Highways and Transportation Officials, Washington D.C., 1993.
- 2 AASHTO, "AASHTO Guidelines for Pavement Management System", American Association of State Highways and Transportation Officials, Washington D.C., Julio 1990.
- 3 ASTM D 5340, "Standart Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys"
- 4 ASTM D 6433, "Standart Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys"
- 5 De Solminihaç, Hernan. "Gestion de infraestructura vial". 3° edición. Alfaomega. Colombia 2005.
- 6 Hass, R. Hudson, W. R and Zaniewski, J. Modern Pavement Management". R. E. Krieger Publising Company, Florida, 1993.
- 7 INVÍAS. "Manual Para Diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de transito". Colombia, 1997.
- 8 Montejo, F. Alonso. "Ingeniería de Pavimentos: Evaluación y nuevas tecnologías". 3° edición. Bogotá 2006. Tomo II.
- 9 Montejo, F. Alonso. "Ingeniería de Pavimentos: fundamentos, estudios básicos y diseño". 3° edición. Bogotá 2006. Tomo I.
- 10 Shahin M. Y., and Kohn S. D., (1981). "Pavement Management for Roads and Parquing Lots". Technical Report M-294. U. S. Army Construction Engineering Laboratory.
- 11 Shahin, M. Y, "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Springer Science + Bussiness Media. LLC. Segunda edisió. 2005
- 12 Shahin, M. Y, Darter, M. I., and Kohn, S. D. (1976 - 1977) "Development of a Pavement Maintenance Management System", I-V. U.S. Air Force Engineering Services Center (AFESC) Tyndall AFB.

ANEXOS

A

**FORMATOS PARA LA
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

B

TABLAS Y CURVAS DEL VALOR DEDUCIDO DE CADA DAÑO

PAVIMENTOS ASFALTICOS

1. PIEL DE COCODRILO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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

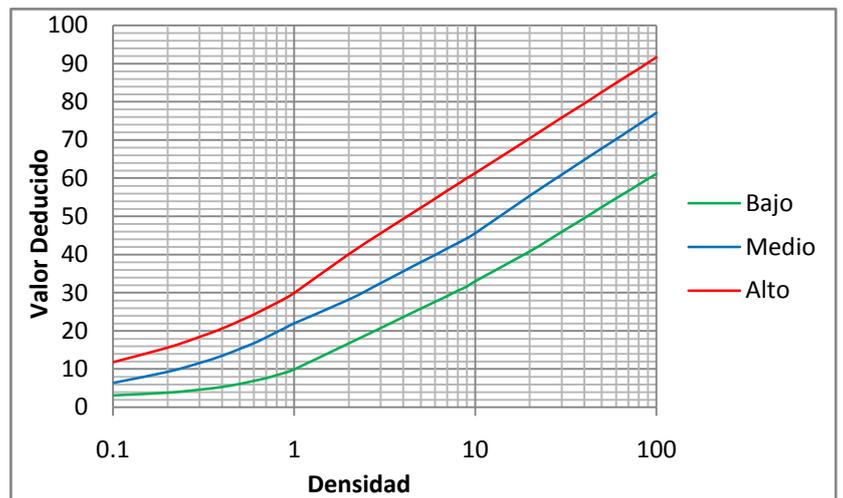


Fig. B.1 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Piel de Cocodrilo

2. EXUDACIÓN:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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

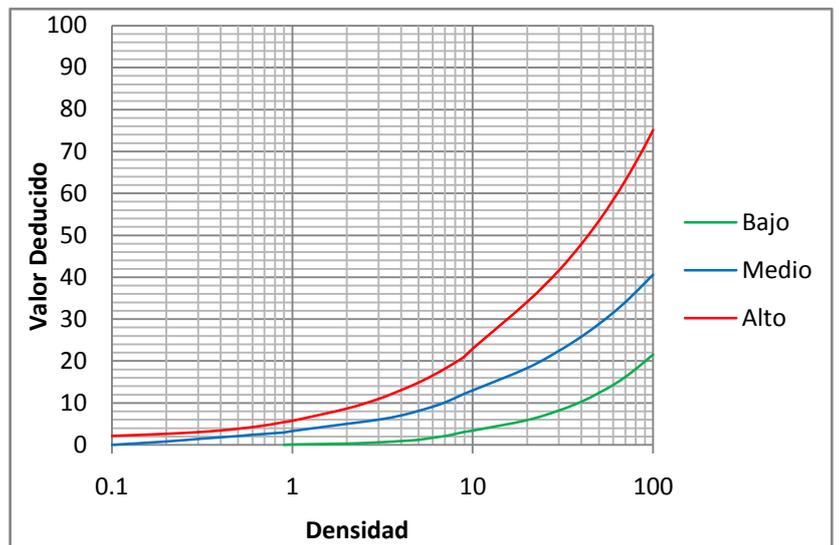


Fig. B.2 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Exudación.

3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	-	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

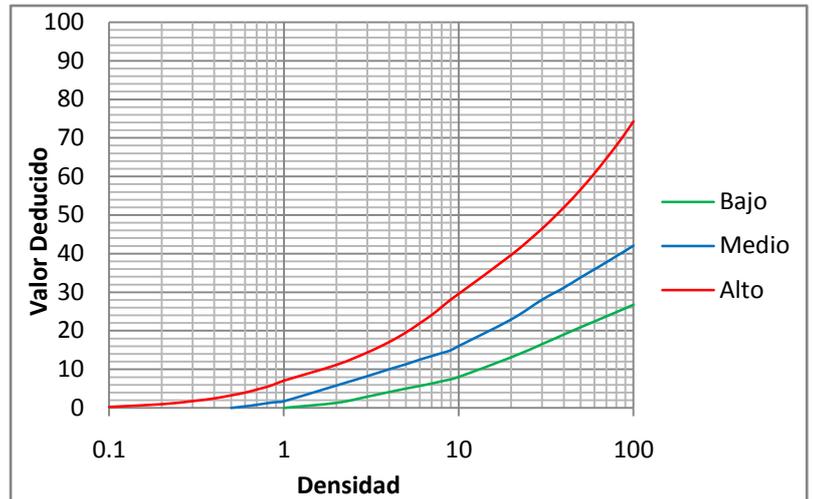


Fig. B.3 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Agrietamiento en bloque.

4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	-	-	-

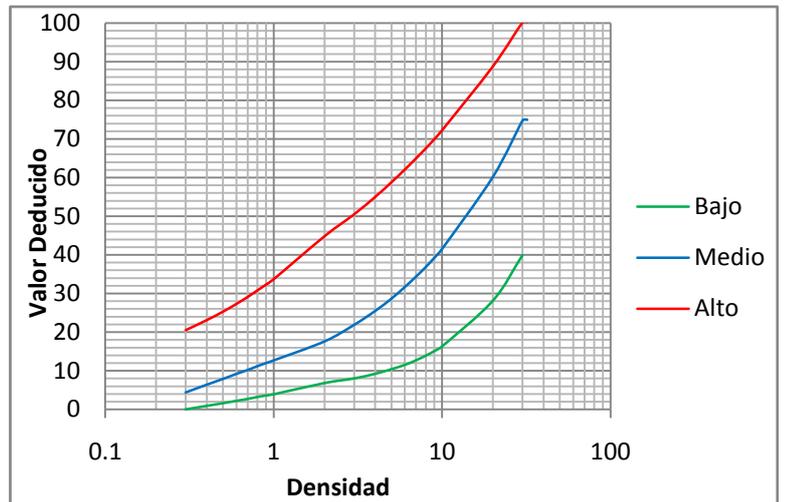


Fig. B.4 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Abultamientos y hundimientos.

5. CORRUGACIÓN:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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

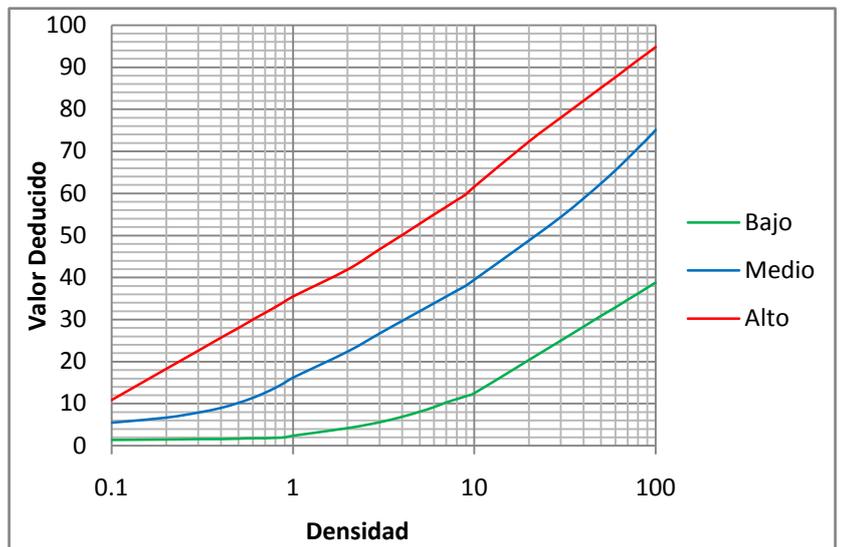


Fig. B.5 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Corrugación.

6. DEPRESIÓN:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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

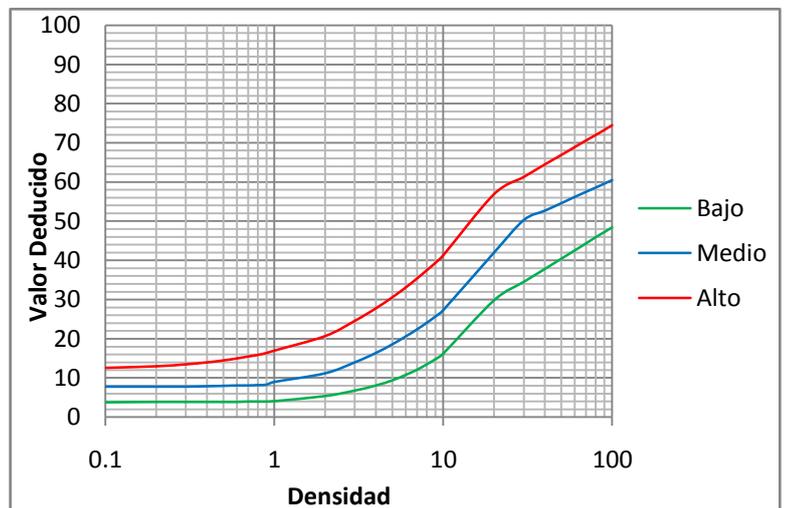


Fig. B.6 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Depresión.

7. GRIETA DE BORDE:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	-	-	-

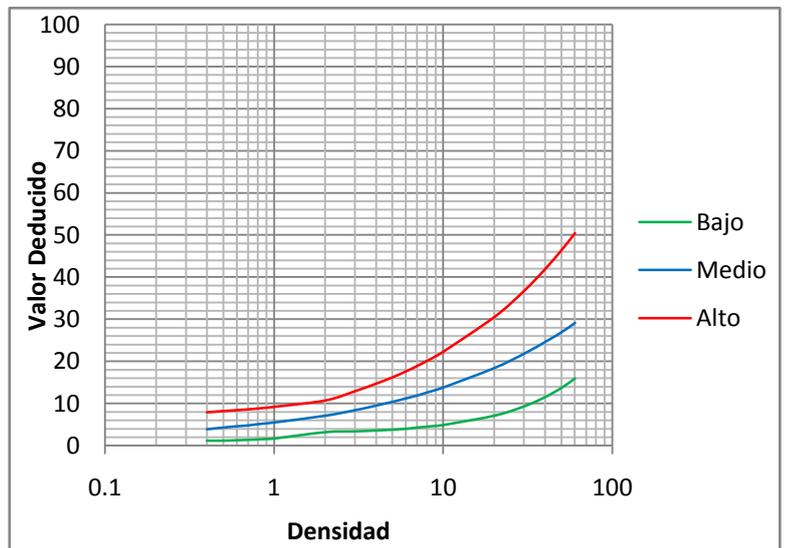


Fig. B.7 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Grieta de borde.

8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	7.70
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	42.40	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30

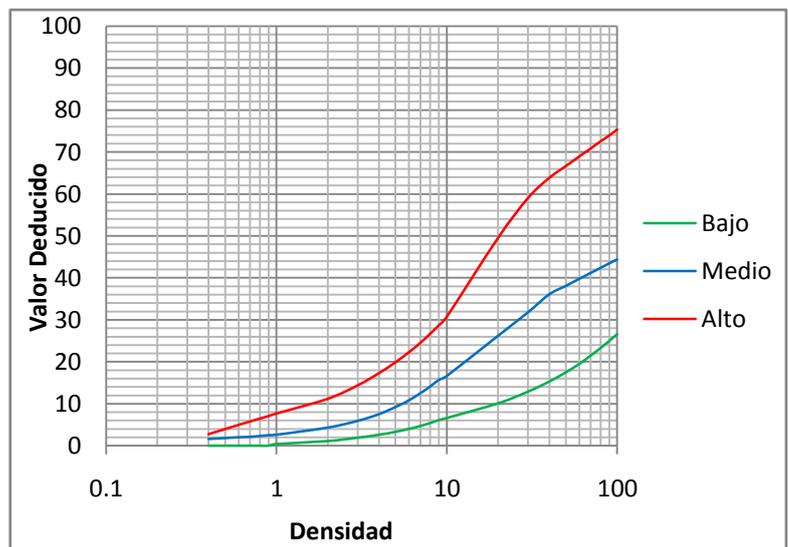


Fig. B.8 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Grieta de reflexión de junta.

9. DESNIVEL CARRIL / BERMA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	-	-	-

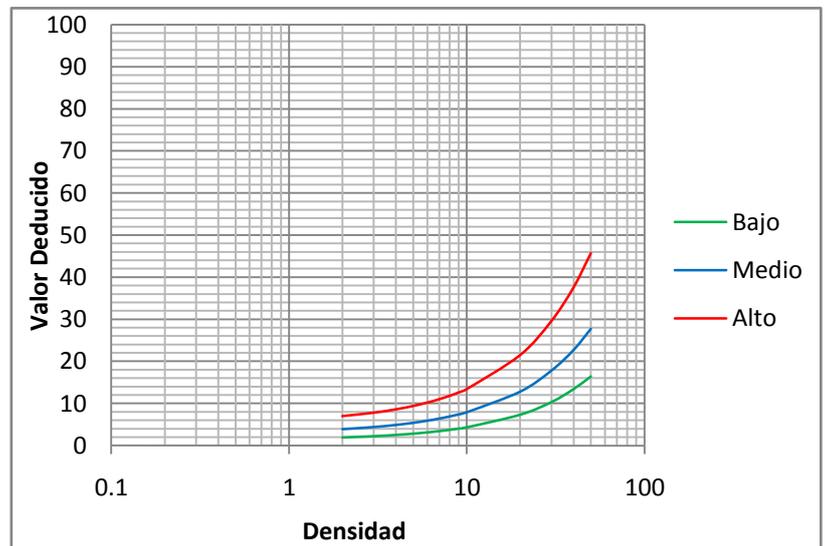


Fig. B.9 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Desnivel Carril / Berma

10. GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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

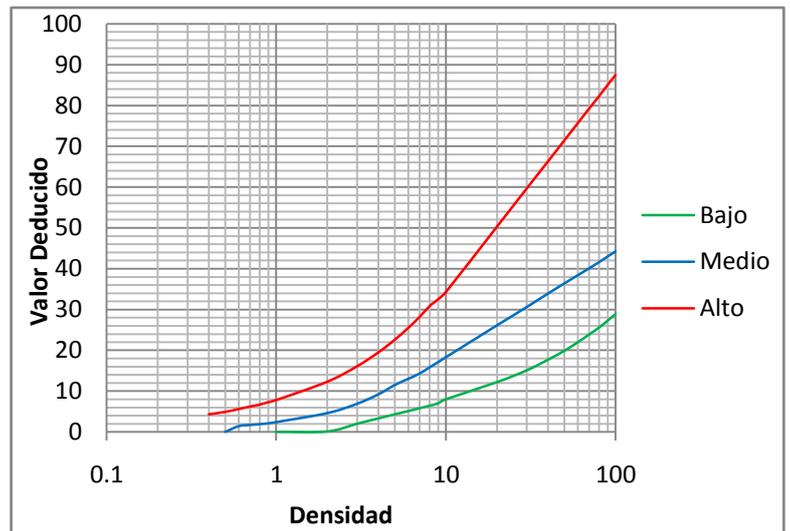


Fig. B.10 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Grietas Longitudinal y Transversal.

11.PARCHEO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	19.40
1.00	2.30	10.10	19.40
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	-	-	-

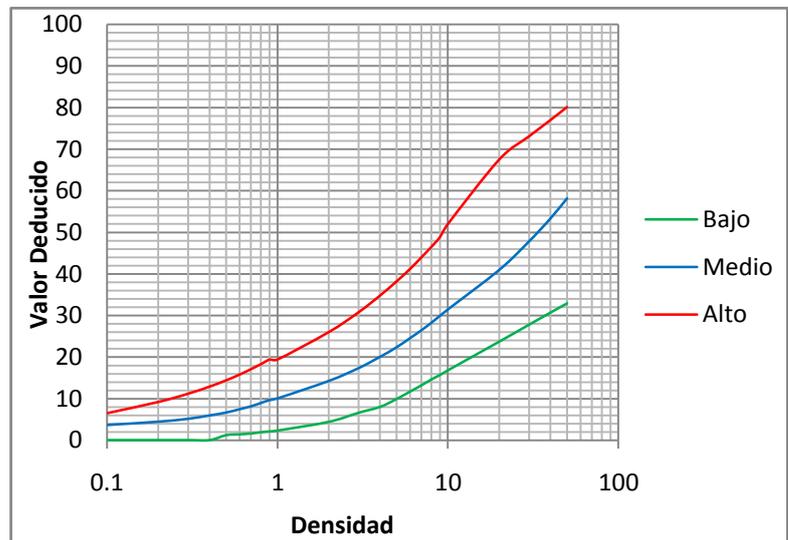


Fig. B.11 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Parqueo.

12. PULIMIENTO DE AGREGADOS:

Densidad	Valor Deducido
	B M A
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

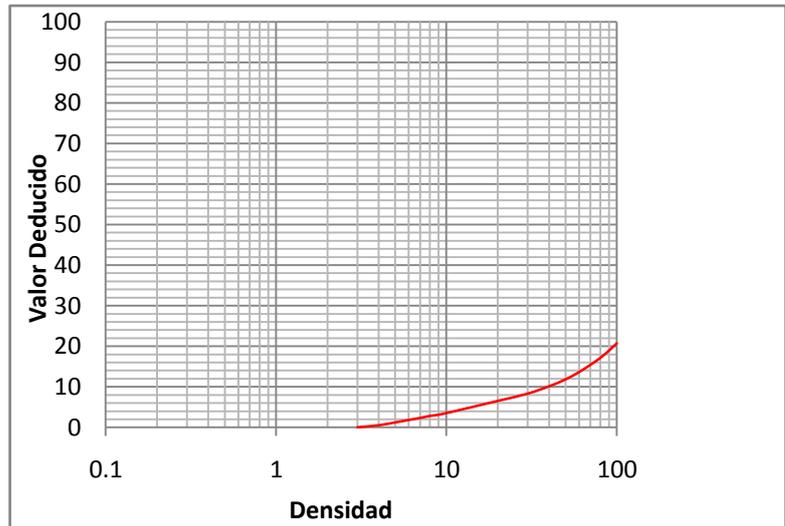


Fig. B.12 Valores deducidos para pavimentos asfálticos.
Pulimiento de agregados

13.HUECOS:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	100.00
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	-	-

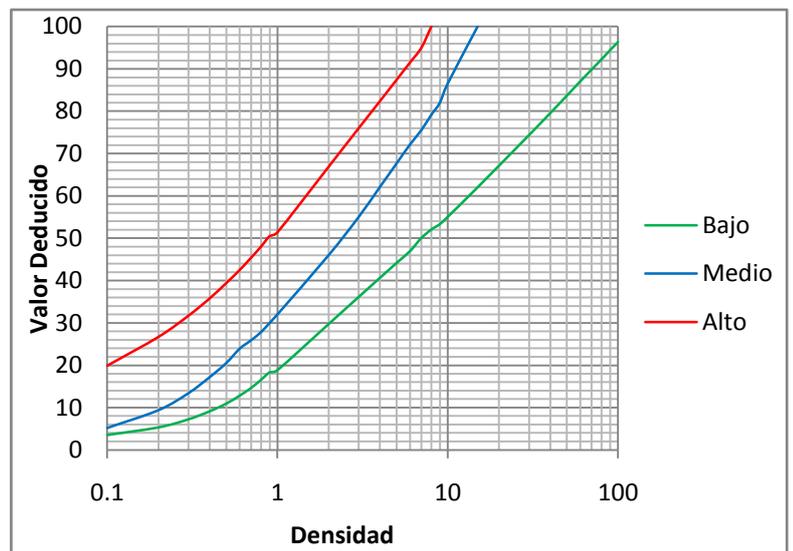


Fig. B.13 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Huecos.

14. CRUCE DE VÍA FÉRREA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	-	-	-

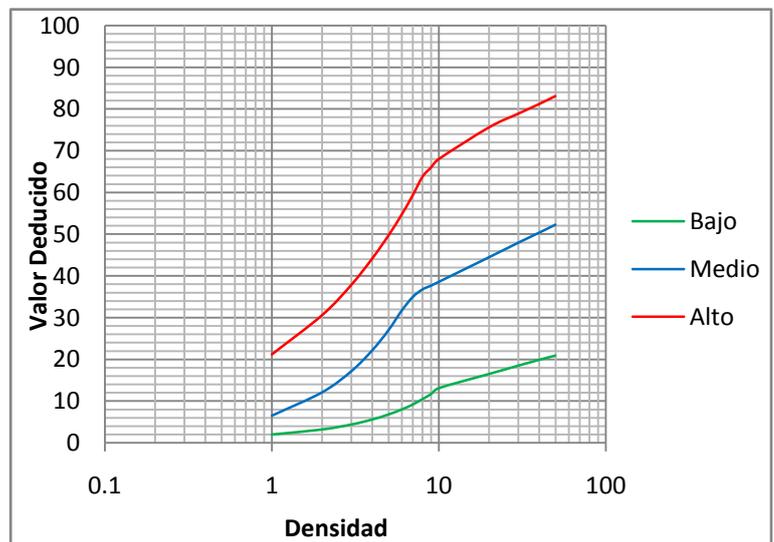


Fig. B.14 Valores deducidos para pavimentos asfálticos.
Cruce de vía férrea.

15.AHUELLAMIENTOS:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	35.80	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

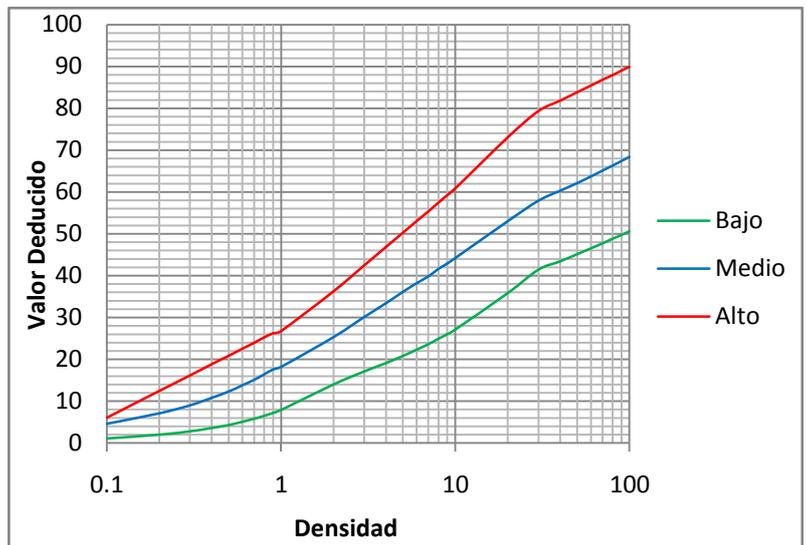


Fig. B.15 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Ahuellamientos.

16. DESPLAZAMIENTO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	-	-	-

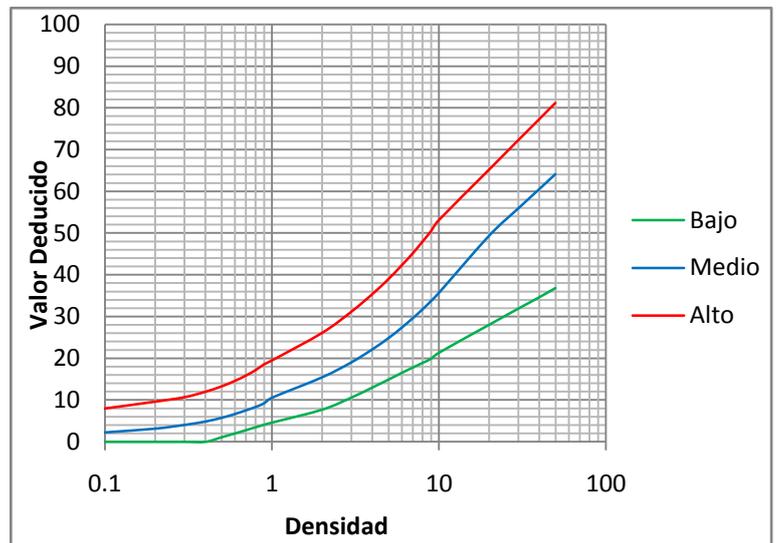


Fig. B.16 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Desplazamiento.

17. GRIETA PARABÓLICA (SLIPPAGE):

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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

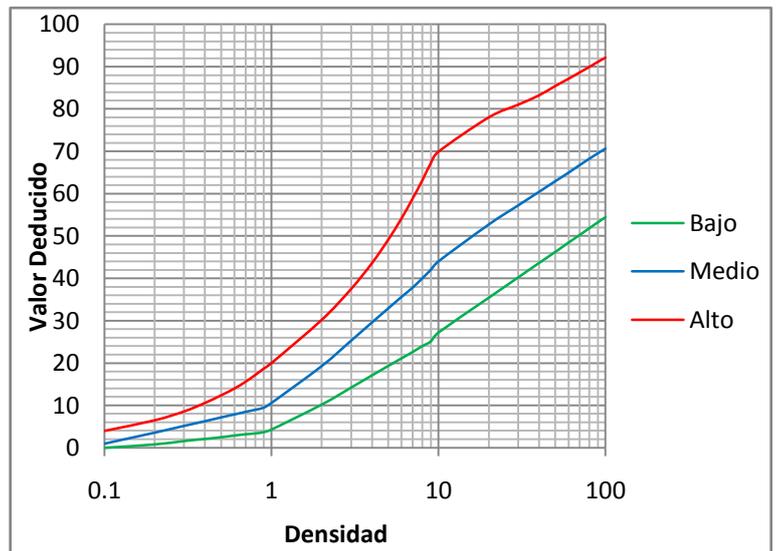


Fig. B.17 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Grieta parabólica.

18.HINCHAMIENTO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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	-	-	-

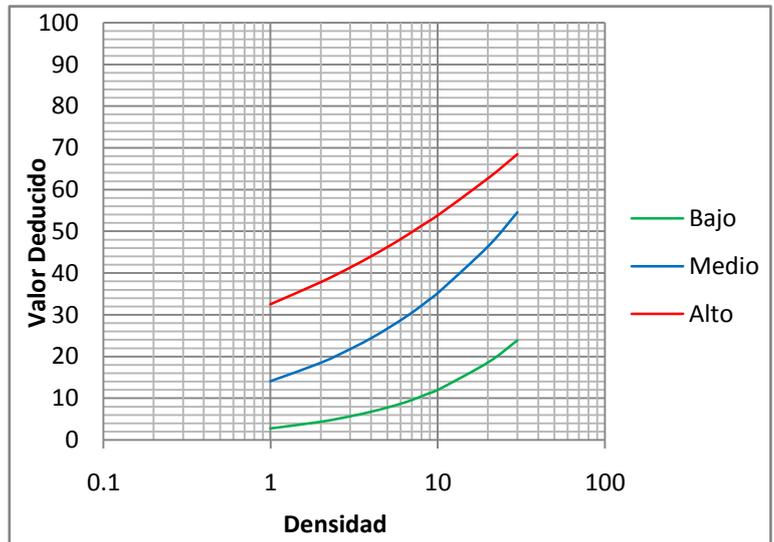


Fig. B.18 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Hinchamiento.

19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
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

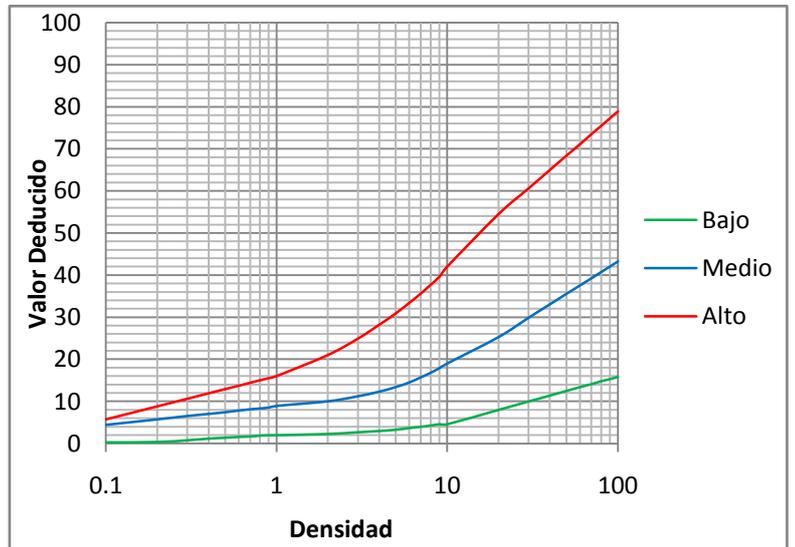


Fig. B.19 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Desprendimiento de agregados.

Corrección de Valores Deducidos para Pavimentos Flexibles

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	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

Fig. B. 20.1 Tabla de Valores Deducidos Corregidos para Pavimentos Asfálticos.

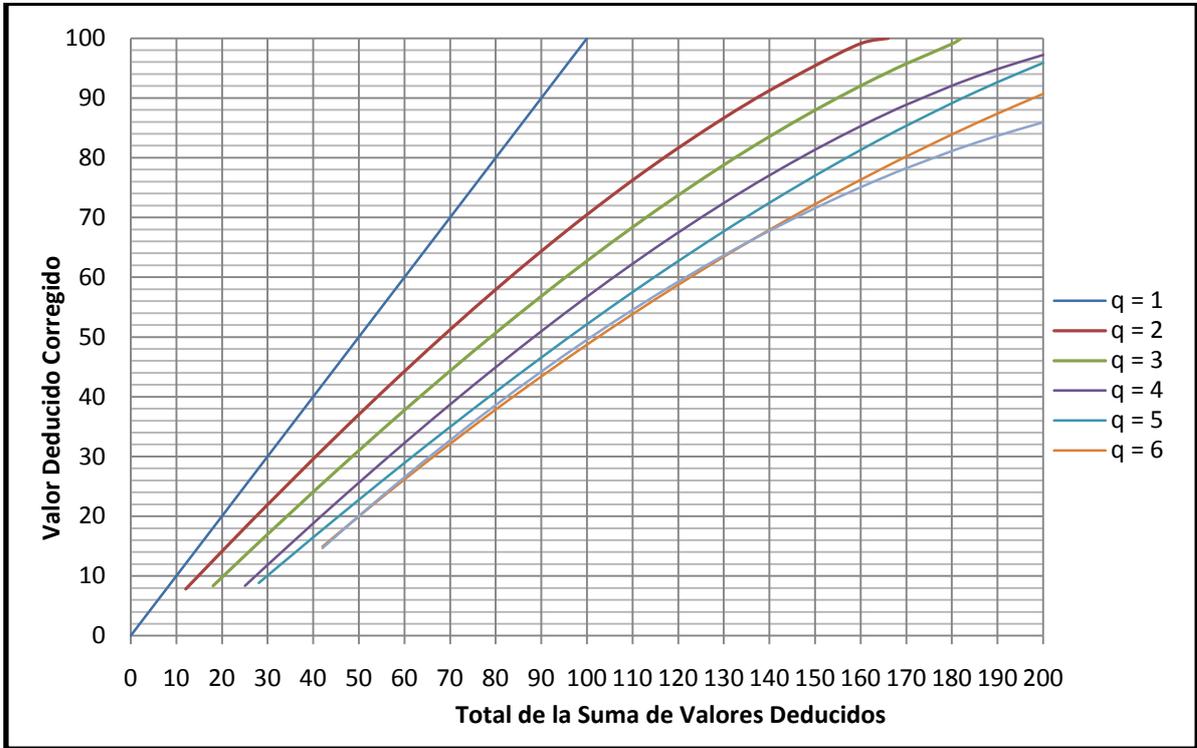


Fig. B. 20.2 Gráfica de Valores Deducidos Corregidos para Pavimentos Asfálticos.

PAVIMENTOS DE CONCRETO

21. BLOW UP / BUCLING:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	3.00	15.00
5.00	4.40	9.60	37.30
10.00	8.30	17.50	58.40
15.00	12.00	25.40	65.80
20.00	15.50	32.40	71.60
25.00	19.00	40.60	76.50
30.00	22.40	47.20	80.70
35.00	25.80	52.80	84.40
40.00	29.10	57.60	87.80
45.00	32.40	61.90	90.90
50.00	34.90	65.80	93.80
55.00	36.20	69.20	97.00
60.00	37.30	72.50	100.00
65.00	38.40	74.80	-
70.00	39.40	76.30	-
75.00	40.30	77.60	-
80.00	41.20	79.00	-
85.00	42.00	80.10	-
90.00	42.70	81.20	-
95.00	43.50	82.20	-
100.00	44.20	83.20	-

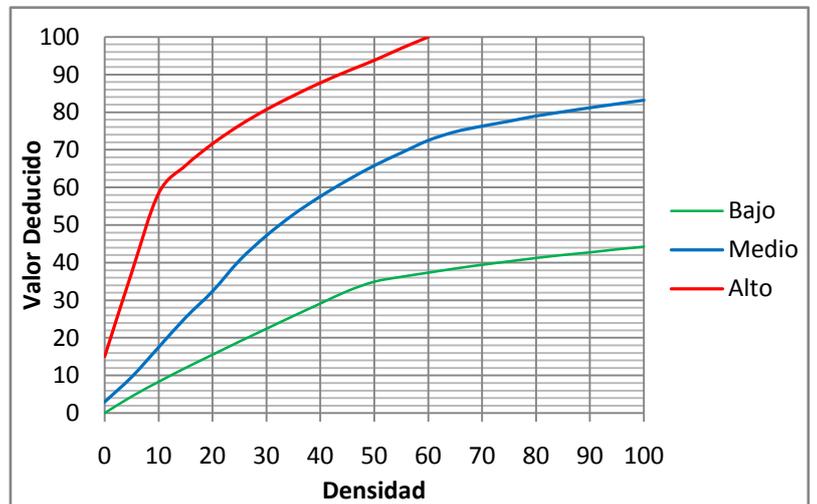


Fig. B.21 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Blow up / Bucling.

22. GRIETA DE ESQUINA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	3.50	7.20	12.10
10.00	8.70	14.50	23.40
15.00	12.60	21.70	34.00
20.00	16.40	28.70	41.50
25.00	20.20	34.40	47.30
30.00	23.80	39.20	52.10
35.00	27.40	43.10	56.10
40.00	31.00	46.60	60.00
45.00	34.50	49.60	64.00
50.00	37.50	52.30	67.30
55.00	39.70	53.80	69.30
60.00	41.20	55.30	70.90
65.00	42.60	56.60	72.40
70.00	43.90	57.80	73.80
75.00	45.10	58.90	75.00
80.00	46.20	60.00	76.20
85.00	47.30	61.00	77.30
90.00	48.30	61.90	78.30
95.00	49.20	62.80	79.30
100.00	50.10	63.70	80.30

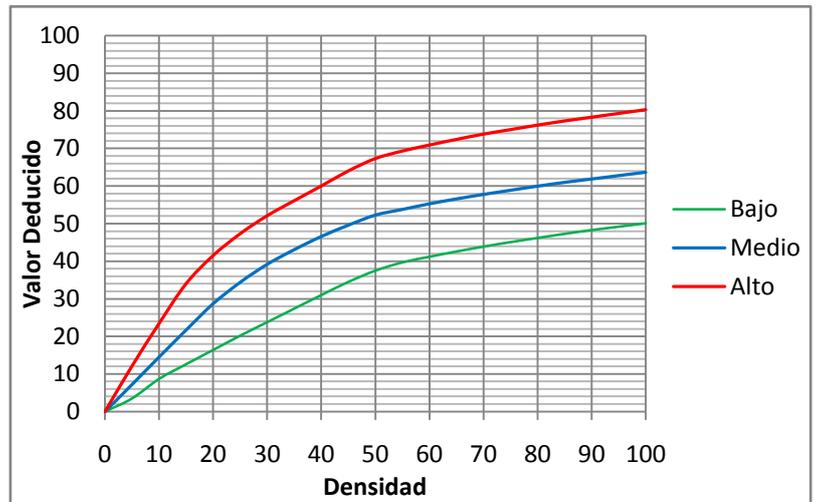


Fig. B.22 Valores deducidos para pavimentos de concreto.
Grieta de esquina.

23.LOSA DIVIDIDA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	5.10	10.70	17.00
10.00	9.80	21.50	32.00
15.00	14.20	28.20	42.70
20.00	18.60	33.30	50.30
25.00	22.90	37.90	56.20
30.00	27.10	42.20	61.00
35.00	31.00	46.10	65.10
40.00	34.50	49.90	68.60
45.00	36.60	53.40	71.80
50.00	38.50	56.80	74.00
55.00	40.20	59.80	76.30
60.00	41.70	62.00	78.40
65.00	43.10	64.00	80.30
70.00	44.50	65.80	82.10
75.00	45.70	67.50	83.70
80.00	46.80	69.10	85.30
85.00	47.90	70.50	86.80
90.00	48.90	71.90	88.10
95.00	49.90	73.30	89.40
100.00	50.80	74.50	90.70

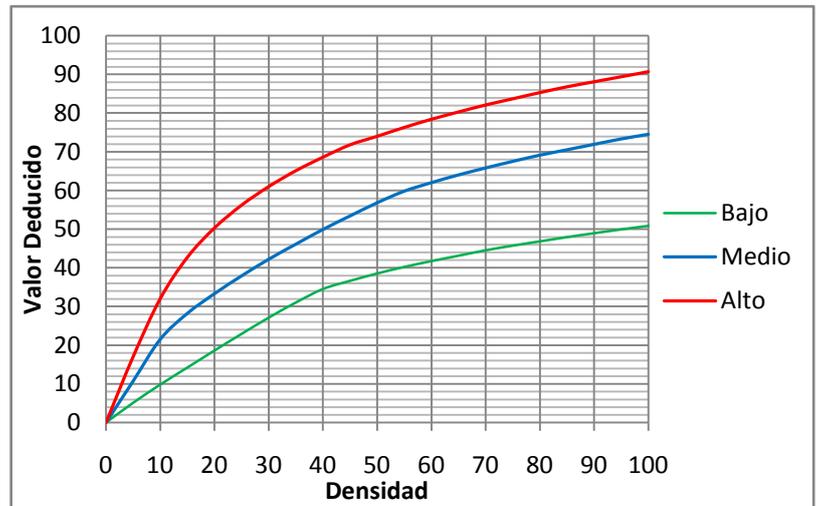


Fig. B.23 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Losa Dividida.

24. GRIETA DE DUCTILIDAD “D”:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	2.00	5.00	11.70
10.00	3.60	10.00	23.40
15.00	5.20	14.50	32.80
20.00	6.70	19.00	39.40
25.00	8.30	22.40	44.50
30.00	9.90	25.20	48.70
35.00	11.50	27.60	52.30
40.00	13.20	29.60	55.30
45.00	14.70	31.40	58.10
50.00	15.70	33.00	60.40
55.00	16.60	34.50	61.70
60.00	17.50	35.80	62.90
65.00	18.30	37.10	64.00
70.00	19.00	38.20	65.00
75.00	19.70	39.20	65.90
80.00	20.30	40.20	66.80
85.00	20.90	41.20	67.60
90.00	21.40	42.00	68.40
95.00	22.00	42.90	69.20
100.00	22.50	43.70	69.90

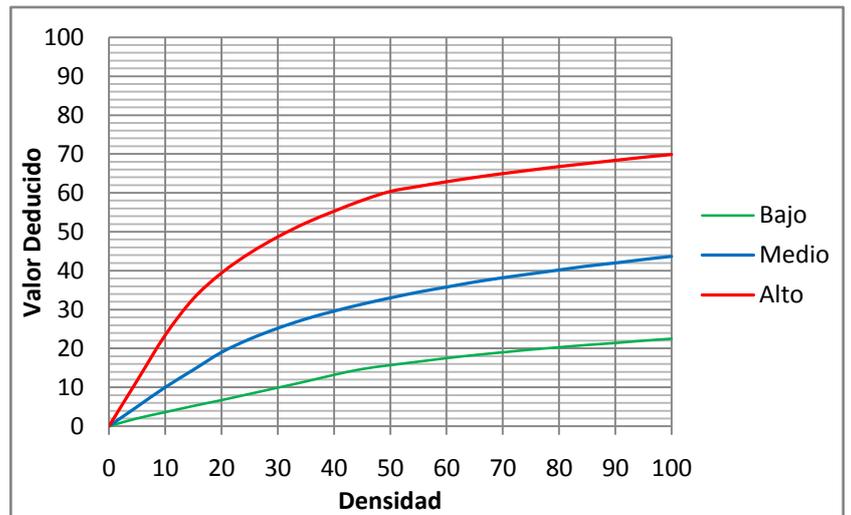


Fig. B.24 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Grieta de Ductilidad “D”.

25. ESCALA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	1.50	3.90	7.70
10.00	3.30	8.00	15.40
15.00	5.00	12.00	23.00
20.00	7.50	16.00	29.70
25.00	10.90	20.10	35.30
30.00	13.70	24.10	40.70
35.00	16.10	28.10	46.00
40.00	18.10	32.20	51.00
45.00	19.90	36.20	56.40
50.00	21.60	39.90	61.00
55.00	23.00	42.40	64.90
60.00	24.00	44.10	67.70
65.00	24.90	45.70	70.30
70.00	25.80	47.20	72.70
75.00	26.70	48.60	74.90
80.00	27.40	49.90	77.00
85.00	28.20	51.10	78.90
90.00	28.90	52.20	80.80
95.00	29.50	53.30	82.50
100.00	30.10	54.00	84.20

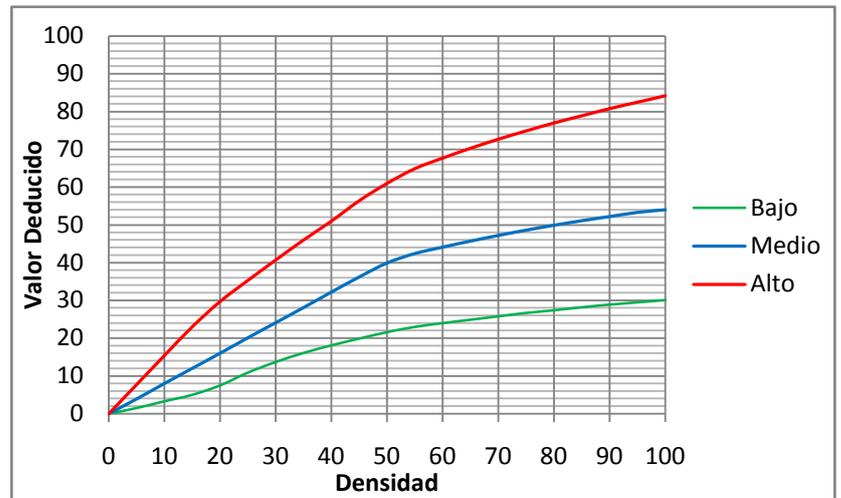


Fig. B.25 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Escala.

26. SELLO DE JUNTA:

El sello de junta no está relacionado por la densidad. La severidad del daño es determinada la condición del sellador en general para una unidad de muestra en particular.

Los valores deducidos para los tres niveles de severidad, son:

Bajo	2 Puntos.
Medio	4 Puntos.
Alto	8 Puntos.

27. DESNIVEL CARRIL / BERMA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	0.80	2.60	4.10
10.00	1.30	4.60	7.60
15.00	1.60	6.40	10.90
20.00	2.00	8.40	14.10
25.00	2.30	10.00	17.20
30.00	2.60	11.30	19.50
35.00	2.80	12.40	21.80
40.00	3.10	13.30	23.20
45.00	3.30	14.10	24.30
50.00	3.50	14.90	25.40
55.00	3.80	15.60	26.40
60.00	4.00	16.20	27.30
65.00	4.20	16.80	28.10
70.00	4.40	17.30	28.80
75.00	4.60	17.80	29.50
80.00	4.80	18.20	30.20
85.00	5.00	18.70	30.80
90.00	5.20	19.10	31.40
95.00	5.30	19.40	31.90
100.00	5.50	19.80	32.50

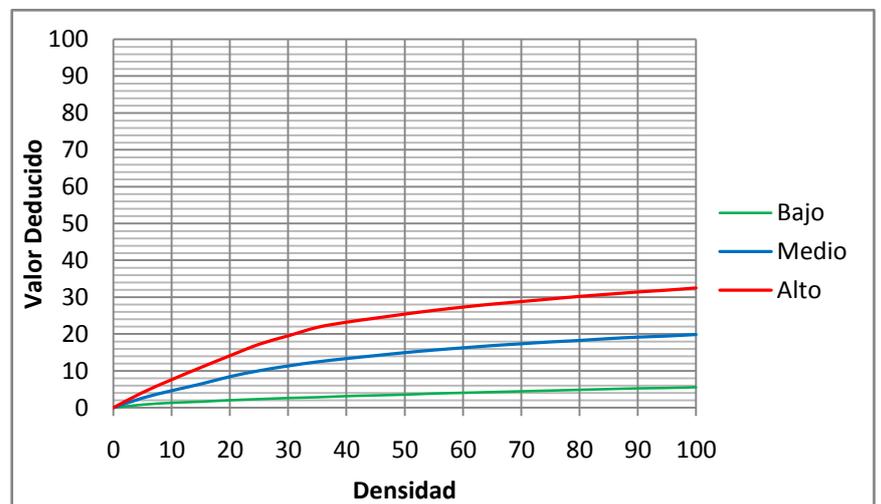


Fig. B.27 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Desnivel Carril / Berma.

28. GRIETA LINEAL:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00	18.90	27.50	45.20
55.00	19.60	28.80	47.50
60.00	20.30	30.10	49.70
65.00	20.90	31.20	51.80
70.00	21.40	32.30	53.90
75.00	22.00	33.30	55.80
80.00	22.40	34.20	57.70
85.00	22.90	35.10	59.60
90.00	23.30	35.90	61.40
95.00	23.70	36.70	63.10
100.00	24.10	37.40	64.80

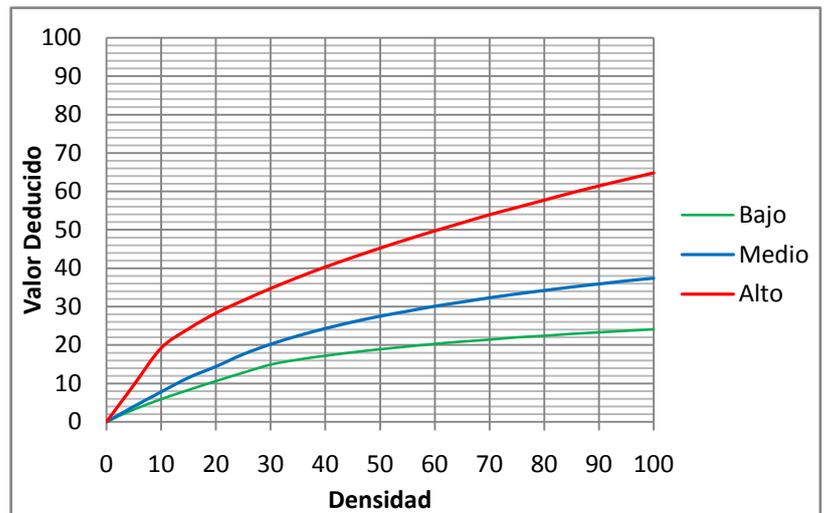


Fig. B.28 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Grieta Lineal.

29. PARCHEO (GRANDE):

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	1.10	2.90	8.00
10.00	2.70	5.80	15.70
15.00	4.30	8.80	23.20
20.00	6.30	11.70	29.50
25.00	9.40	16.90	34.60
30.00	11.90	21.10	39.40
35.00	14.00	24.70	43.50
40.00	15.80	27.80	47.00
45.00	17.50	30.50	50.10
50.00	18.90	33.00	52.90
55.00	20.20	35.20	55.40
60.00	21.40	37.20	57.70
65.00	22.50	39.00	59.80
70.00	23.50	40.70	61.80
75.00	24.50	42.30	63.60
80.00	25.40	43.80	65.30
85.00	26.20	45.20	66.90
90.00	27.00	46.60	68.50
95.00	27.70	47.80	69.90
100.00	28.40	49.00	71.20

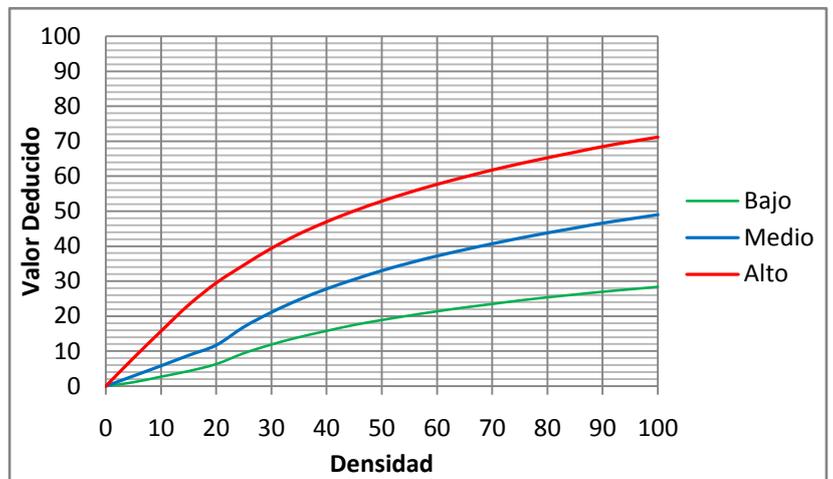


Fig. B.29 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Parqueo Grande.

30. PARCHEO (PEQUEÑO)

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	-	0.90	2.20
10.00	-	1.70	4.20
15.00	0.60	2.60	6.30
20.00	1.10	3.00	8.40
25.00	1.50	5.00	10.50
30.00	1.80	6.60	12.90
35.00	2.00	8.00	14.50
40.00	2.20	9.20	15.90
45.00	2.40	10.20	17.10
50.00	2.60	11.20	18.20
55.00	2.70	12.00	19.20
60.00	2.90	12.90	20.10
65.00	3.00	13.50	21.00
70.00	3.10	14.40	21.70
75.00	3.30	14.40	22.40
80.00	3.40	14.50	23.10
85.00	3.50	14.60	23.70
90.00	3.60	14.70	24.30
95.00	3.60	14.80	24.90
100.00	3.70	14.80	25.40

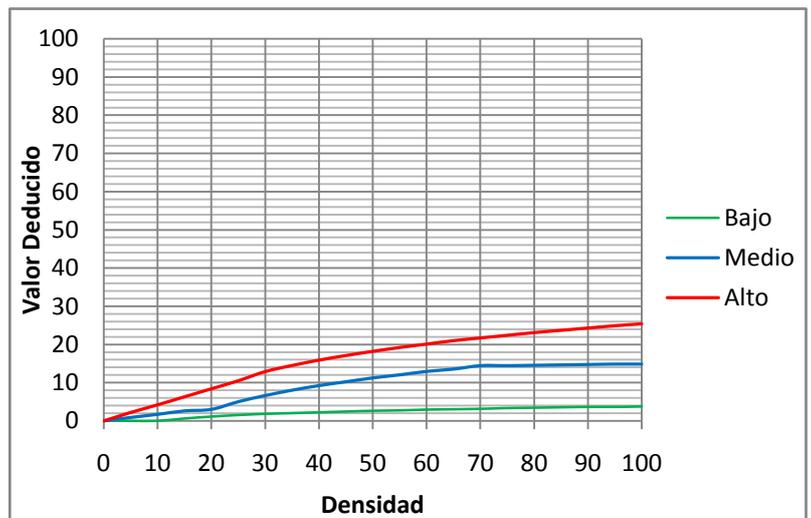


Fig. B.30 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Parcheo Pequeño.

31.PULIMIENTO DE AGREGADOS:

Densidad	Valor Deducido
	B M A
-	-
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70

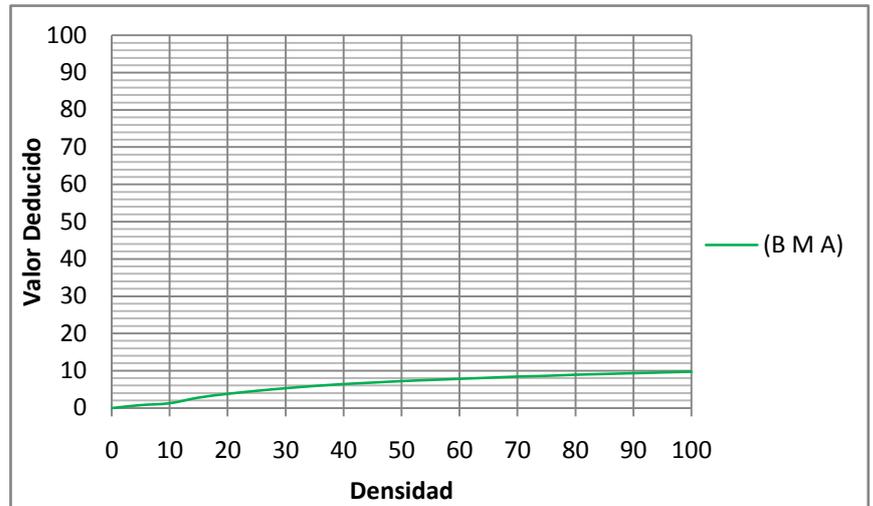


Fig. B.31 Valores deducidos para pavimentos de concreto.
Pulimiento de Agregados.

32. POPOUTS:

Densidad	Valor Deducido
	B M A
-	-
5.00	0.70
10.00	1.50
15.00	2.30
20.00	3.20
25.00	4.00
30.00	4.80
35.00	5.70
40.00	6.70
45.00	8.00
50.00	9.10
55.00	10.10
60.00	11.10
65.00	11.90
70.00	12.70
75.00	13.40
80.00	13.90
85.00	14.10
90.00	14.30
95.00	14.40
100.00	14.60

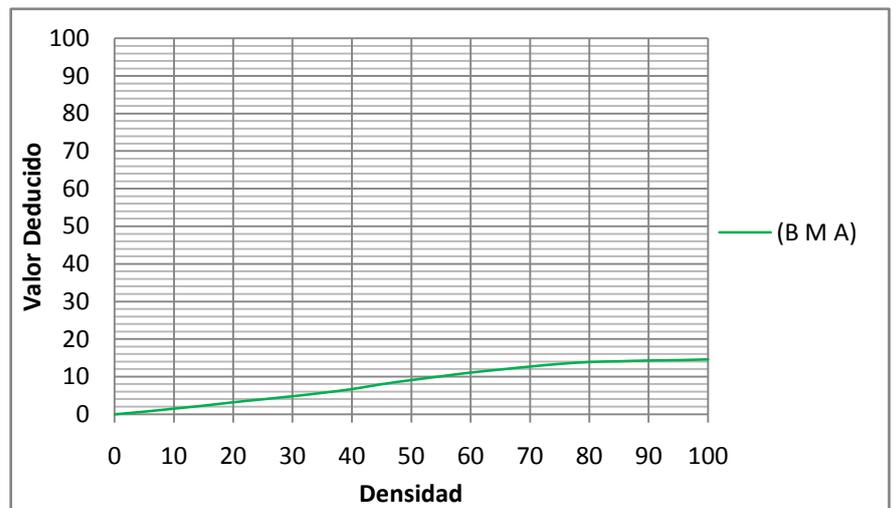


Fig. B.32 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Popouts.

33. BOMBEO:

Densidad	Valor Deducido
	B M A
-	-
5.00	3.60
10.00	6.70
15.00	9.50
20.00	12.20
25.00	14.90
30.00	17.40
35.00	19.90
40.00	22.50
45.00	24.30
50.00	26.10
55.00	27.60
60.00	29.40
65.00	30.90
70.00	32.50
75.00	34.00
80.00	34.90
85.00	35.70
90.00	36.50
95.00	37.20
100.00	38.00

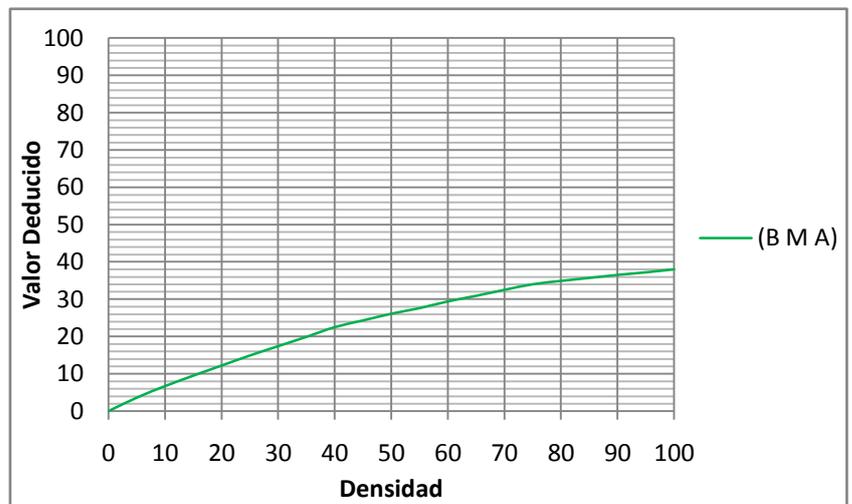


Fig. B.33 Valores deducidos para pavimentos de concreto.
Bombeo.

34. PUNZONAMIENTO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	7.30	11.60	15.60
10.00	14.50	22.90	31.80
15.00	21.60	32.30	41.90
20.00	27.36	39.00	49.10
25.00	31.90	44.20	54.60
30.00	35.60	48.40	59.20
35.00	38.80	52.00	63.00
40.00	41.50	55.10	66.30
45.00	43.90	57.80	69.30
50.00	46.10	60.30	71.90
55.00	48.10	62.50	74.30
60.00	49.80	64.50	76.40
65.00	51.50	66.40	78.40
70.00	52.70	68.00	80.30
75.00	53.30	68.90	82.00
80.00	53.60	69.40	83.40
85.00	53.90	69.90	84.30
90.00	54.20	70.30	85.10
95.00	54.50	70.80	86.00
100.00	54.80	71.20	86.80

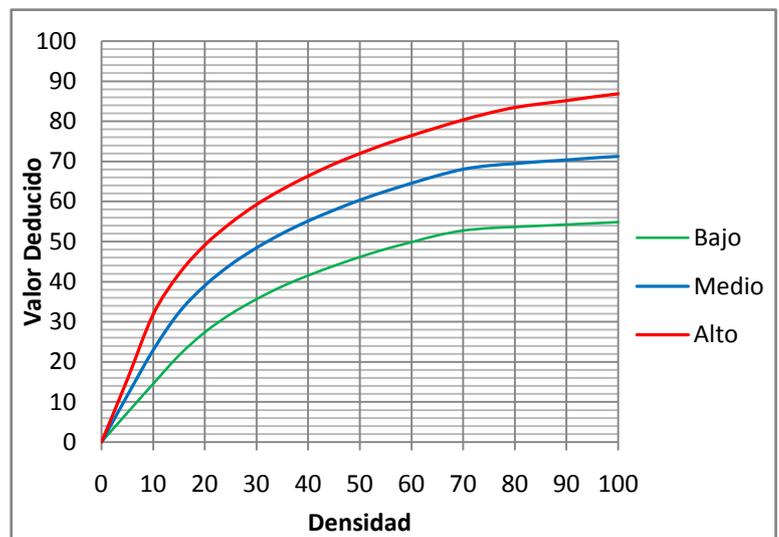


Fig. B.34 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Punzonamiento.

35. CRUCE DE VÍA FÉRREA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	4.70	9.10	29.00
10.00	8.60	17.60	54.30
15.00	13.20	24.60	63.50
20.00	16.50	29.50	70.00
25.00	19.00	33.40	75.10
30.00	21.10	36.50	79.30
35.00	22.90	39.20	82.80
40.00	24.40	41.50	85.80
45.00	25.70	43.50	88.50
50.00	26.90	45.40	90.90
55.00	28.00	47.00	93.00
60.00	29.00	48.50	95.00
65.00	-	-	-
70.00	-	-	-
75.00	-	-	-
80.00	-	-	-
85.00	-	-	-
90.00	-	-	-
95.00	-	-	-
100.00	-	-	-

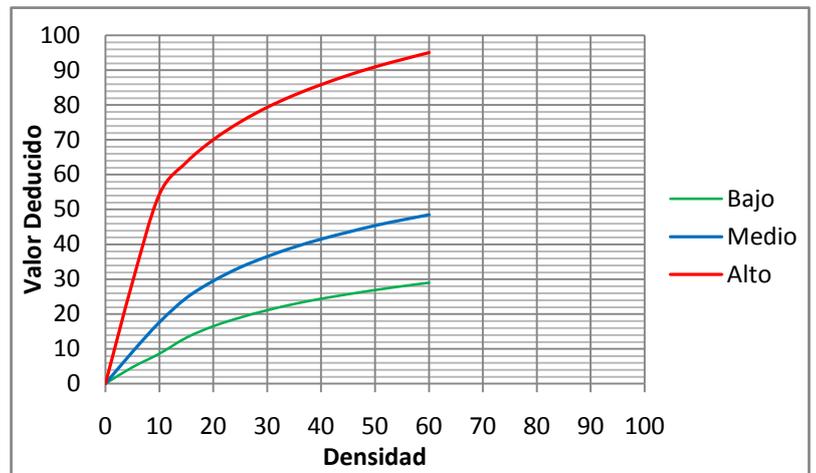


Fig. B.35 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Cruce de Vía Férrea.

36. DESCONCHAMIENTO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	1.20	4.20	9.30
10.00	2.10	8.00	17.30
15.00	3.80	11.90	24.20
20.00	5.00	14.60	29.10
25.00	5.90	16.70	33.00
30.00	6.70	18.50	36.10
35.00	7.30	20.00	38.70
40.00	7.90	21.20	41.00
45.00	8.30	22.40	43.00
50.00	8.80	23.40	44.80
55.00	9.20	24.30	47.00
60.00	9.50	25.10	49.20
65.00	9.90	25.90	51.20
70.00	10.20	26.60	53.20
75.00	10.50	27.30	55.20
80.00	10.70	27.90	57.30
85.00	11.00	28.50	59.30
90.00	11.20	29.00	61.30
95.00	11.40	29.50	63.30
100.00	11.70	30.00	65.30

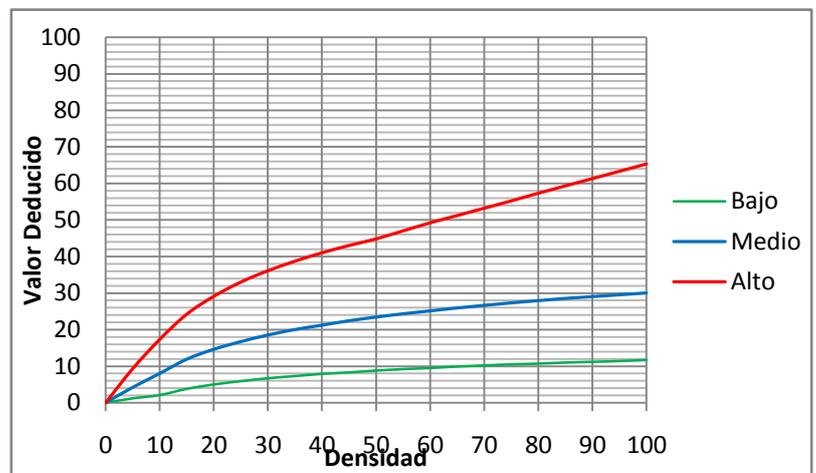


Fig. B.36 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Desconchamiento.

37.RETRACCIÓN:

Densidad	Valor Deducido
	B M A
-	-
5.00	-
10.00	-
15.00	-
20.00	-
25.00	0.50
30.00	1.00
35.00	1.40
40.00	1.80
45.00	2.10
50.00	2.40
55.00	2.60
60.00	2.90
65.00	3.10
70.00	3.30
75.00	3.50
80.00	3.60
85.00	3.80
90.00	4.00
95.00	4.10
100.00	4.30

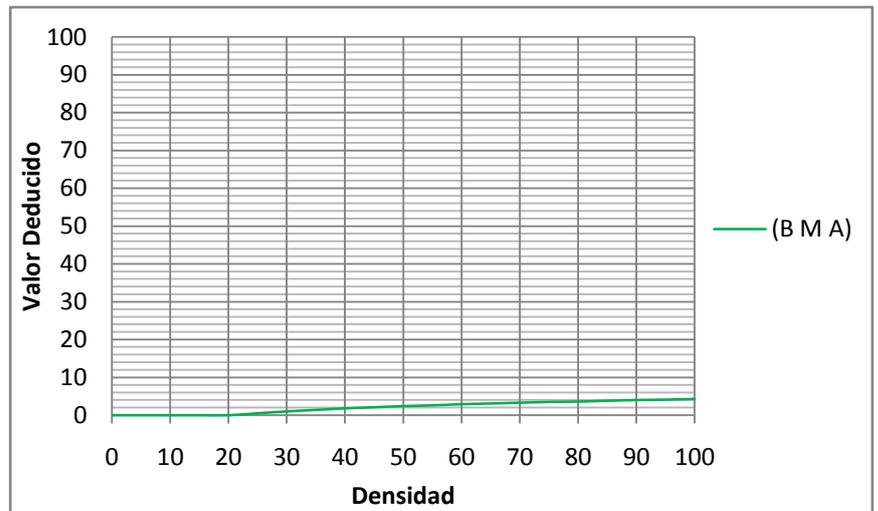


Fig. B.37 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Retracción.

38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	0.50	1.60	3.30
10.00	1.30	3.10	7.00
15.00	2.00	4.70	10.10
20.00	2.70	5.90	13.20
25.00	4.40	8.30	15.70
30.00	5.80	10.20	17.70
35.00	6.90	11.90	19.30
40.00	8.00	13.30	20.80
45.00	8.90	14.50	22.10
50.00	9.70	15.60	23.20
55.00	10.40	16.70	24.30
60.00	11.10	17.60	25.20
65.00	11.70	18.40	26.10
70.00	12.20	19.20	26.90
75.00	12.80	19.90	27.60
80.00	13.30	20.60	28.30
85.00	13.70	21.30	29.00
90.00	14.20	21.90	29.60
95.00	14.60	22.40	30.20
100.00	15.00	23.00	30.80

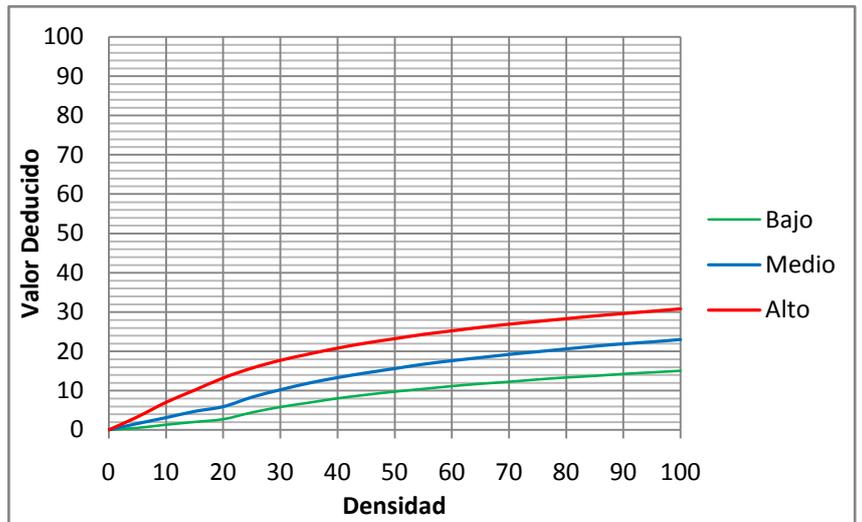


Fig. B.38 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Descascaramiento de esquina.

39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	1.40	2.00	7.00
10.00	2.40	4.00	13.40
15.00	3.20	6.10	19.70
20.00	4.20	8.30	24.20
25.00	5.40	10.80	28.50
30.00	6.50	12.80	31.90
35.00	7.63	14.50	34.90
40.00	8.10	16.00	37.40
45.00	8.80	17.30	39.70
50.00	9.40	18.40	41.70
55.00	9.90	19.50	43.50
60.00	10.40	20.40	45.20
65.00	10.90	21.30	46.70
70.00	11.30	22.10	48.10
75.00	11.70	22.90	49.40
80.00	12.10	23.60	50.60
85.00	12.40	24.20	51.80
90.00	12.70	24.90	52.90
95.00	13.00	25.50	53.90
100.00	13.30	26.00	54.90

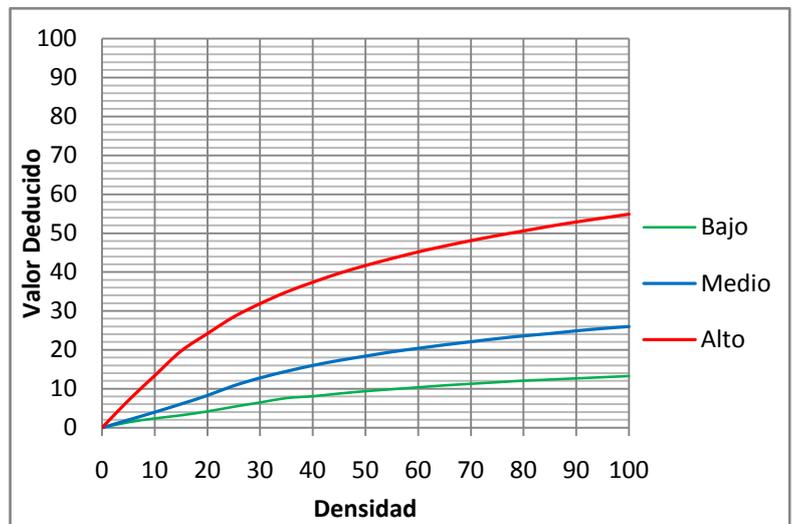


Fig. B.39 Valores deducidos para pavimentos de concreto. Descascaramiento de Junta.

CORRECCIÓN DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO					
	q1	q2	q3	q4	q6	q9
0.0	0.0					
10.0	10.0					
11.0	11.0	8.0				
16.0	16.0	12.4	8.0			
20.0	20.0	16.0	11.0			
27.0	27.0	21.9	15.9	14.0		
30.0	30.0	24.5	18.0	16.0		
35.0	35.0	28.5	21.7	19.2	15.0	
40.0	40.0	32.0	25.4	22.5	18.0	
50.0	50.0	39.5	32.0	29.0	24.0	
57.0	57.0	44.0	36.9	33.4	28.2	24.0
60.0	60.0	46.0	38.5	35.2	30.0	25.0
70.0	70.0	52.5	45.0	41.0	36.0	30.0
80.0	80.0	58.5	51.4	47.0	41.5	35.0
90.0	90.0	64.5	57.4	52.5	47.0	39.5
100.0	100.0	70.0	63.0	58.0	52.0	44.0
110.0		75.5	68.5	63.0	57.0	49.0
120.0		81.0	74.0	67.8	62.0	53.5
130.0		86.0	78.9	72.5	66.5	58.0
140.0		90.5	84.0	77.0	71.0	62.5
150.0		95.0	88.4	81.5	75.0	67.0
160.0		99.5	93.0	85.5	79.0	71.0
161.0		100.0	93.4	86.0	79.4	71.4
170.0			97.0	89.6	83.0	75.0
177.0			100.0	92.6	85.1	77.8
180.0				94.0	86.0	79.0
190.0				98.0	90.0	82.5
195.0				99.5	91.5	84.3
200.0				100.0	93.0	86.0

Fig. B. 40.1 Tabla de Valores Deducidos Corregidos para Pavimentos de Concreto.

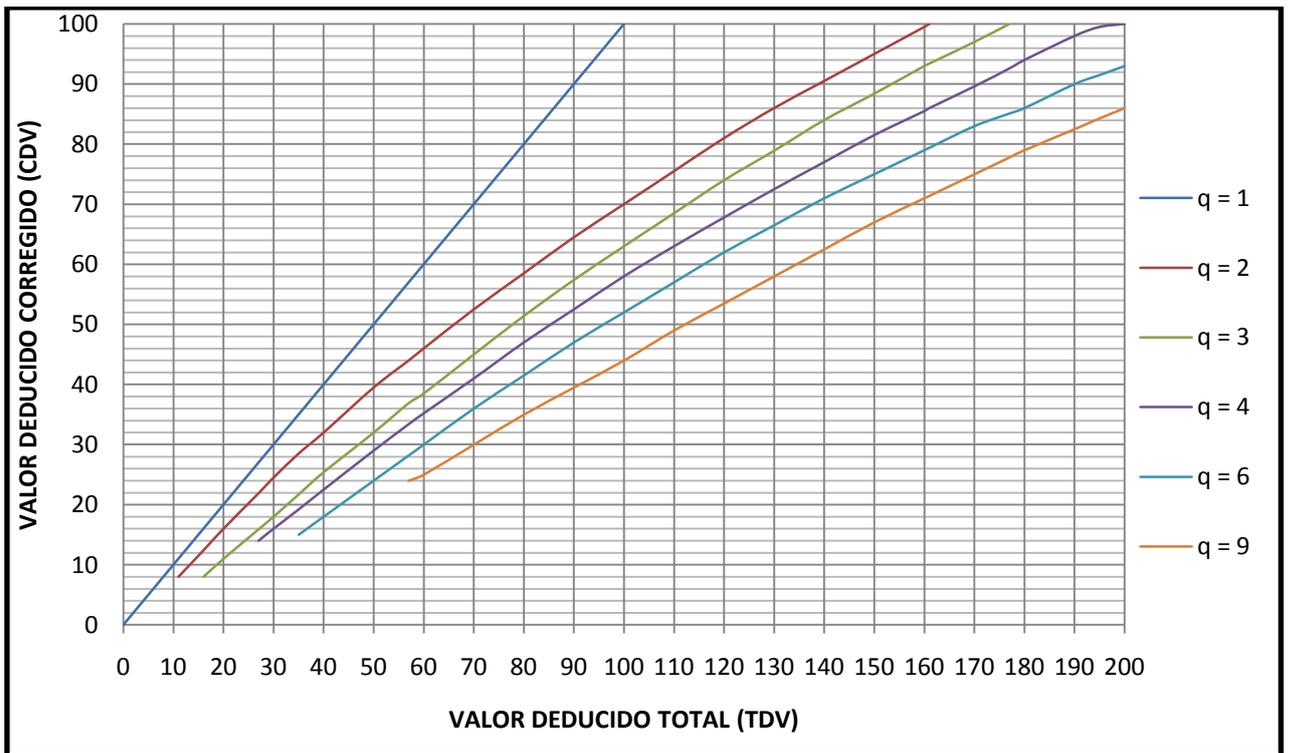


Fig. B. 40.2 Gráfica de Valores Deducidos Corregidos para Pavimentos de Concreto.

C

MANUAL DE DAÑOS PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

MANUAL DE DAÑOS PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

[Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005, Pag 360 - 395]

1. Piel de Cocodrilo

Las grietas de fatiga o 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.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como "grietas en bloque", el cual no es un daño debido a la acción de la carga). La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

1.1 Niveles de severidad

- B - 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- Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel B, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas. Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las
- A - piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

1.2 Medida

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

1.3 Opciones de reparación

B - No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M - Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

A - Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción



Fig. C.1-a Piel de Cocodrilo
severidad baja



Fig. C.1-b Piel de Cocodrilo
severidad media



Fig. C.1-c Piel de Cocodrilo severidad alta

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 es 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.

2.1 Niveles de severidad

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

2.2 Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

2.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada
- M - Se aplica arena / agregados y cilindrado.
- A - Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).



Fig. C.2-a Exudación severidad baja



Fig. C.2-b Exudación severidad media



Fig. C.2-c Exudación severidad alta

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).

3.1 Niveles de severidad

- B - Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.
- M - Bloques definidos por grietas de severidad media.
- A - Bloques definidos por grietas de alta severidad.

3.2 Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un sólo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

3.3 Opciones de reparación

- B - Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.
- M - Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
- A - Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.



Fig. C.3-a Agrietamiento en bloque, severidad baja



Fig. C.3-b Agrietamiento en bloque severidad media



Fig. C.3-c Agrietamiento en bloque severidad alta

4. ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS)

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:

- a. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
- b. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo). 3. 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).

4.1 Niveles de severidad

- B - 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.
- A - Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

4.2 Medida

Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

4.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada.
- M - Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.
- A - Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

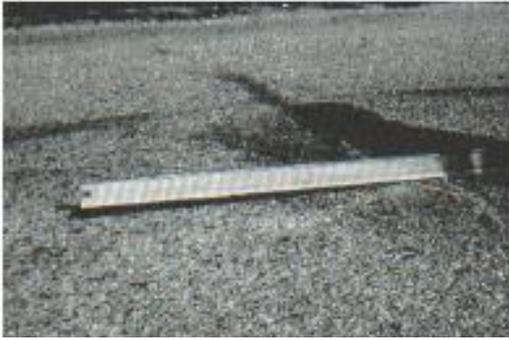


Fig. C.4-a Abultamientos severidad baja



Fig. C.4-b Abultamientos severidad media



Fig. C.4-c Abultamientos severidad alta

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.

5.1 Niveles de severidad

- B - Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.
- M - Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.
- A - Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

5.2 Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

5.3 Opciones de reparación

B - No se hace nada.

M - Reconstrucción.

A - Reconstrucción.



Fig. C.5-a Corrugación severidad baja



Fig. C.5-b Corrugación severidad media



Fig. C.5-c Corrugación severidad alta

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.

6.1 Niveles de severidad

Máxima profundidad de la depresión:

B - 13.0 a 25.0 mm.

M - 25.0 a 51.0 mm.

A - Más de 51.0 mm.

6.2 Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.

6.3 Opciones de reparación

B - No se hace nada.

M - Parcheo superficial, parcial o profundo.

A - Parcheo superficial, parcial o profundo.



Fig. C.6-a Depresión severidad baja

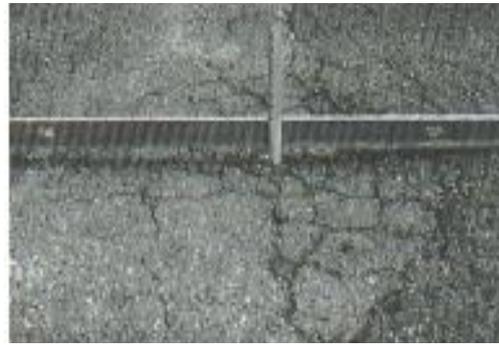


Fig. C.6-b Depresión severidad media



Fig. C.6-c Depresión severidad alta

7. Grieta de Borde

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m 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 (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

7.1 Niveles de severidad

B - Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M - Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

A - Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

7.2 Medida

La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales).

7.3 Opciones de reparación

B - No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.

M - Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

A - Parcheo parcial – profundo.



Fig. C.7-a Grieta de borde severidad baja



Fig. C.7-b Grieta de borde severidad media



Fig. C.7-c Grieta de borde severidad alta

8. Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de cemento pòrtland).

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pòrtland. 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 Pòrtland, 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.

8.1 Niveles de Severidad

B -	<p>Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 -	<p>Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
A -	<p>Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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).

8.2 Medida

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

8.3 Opciones de Reparación

- B - Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
- M - Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.
- A - Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.



Fig. C.8-a Grieta de junta severidad baja



Fig. C.8-b Grieta de junta severidad media



Fig. C.8-c Grieta de junta severidad alta

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.

9.1 Niveles de severidad

- B - 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.
- A - La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

9.2 Medida

El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (ó metros lineales).

9.3 Opciones de reparación

B, M, A: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.



Fig. C.9-a Desnivel carril / berma severidad baja



Fig. C.9-b Desnivel carril / berma severidad media



Fig. C.9-c Desnivel carril / berma severidad alta

10. Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento pórtland).

Las grietas 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.

10.1 Niveles de Severidad

B -	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.
A -	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.

10.2 Medida

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

10.3 Opciones de reparación

B - No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.

M - Sellado de grietas

A - Sellado de grietas. Parcheo parcial.



Fig. C.10-a Longitudinal y transversal severidad baja



Fig. C.10-b Longitudinal y transversal severidad media



Fig. C.10-c Longitudinal y transversal severidad alta

11. Parcheo y acometidas de servicios públicos

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.

11.1 Niveles de Severidad

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

11.2 Medida

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un sólo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

11.3 Opciones de reparación

B - No se hace nada.

M - No se hace nada. Sustitución del parche.

A - Sustitución del parche.



Fig. C.11-a Parche severidad baja



Fig. C.11-b Parche severidad media



Fig. C.11-c Parche severidad alta

12. Pulimento de Agregados

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 pulimento 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.

12.1 Niveles de severidad

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

12.2 Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

12.3 Opciones de reparación

B, M, A: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.



Fig. C.12-a Pulimento de agregados.

13. Huecos

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.

13.1 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, de acuerdo con el Cuadro siguiente.

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.

Profundidad máxima del hueco	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	B	B	M
> 25.4 a 50.8 mm	B	M	A
> 50.8 mm	M	M	A

13.2 Medida

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

13.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
- M - Parcheo parcial o profundo.
- A - Parcheo profundo.



Fig. C.13-a Huecos severidad baja



Fig. C.13-b Huecos severidad media



Fig. C.13-c Huecos severidad alta

14. Cruce de vía férrea.

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

14.1 Niveles de severidad

- B - 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.
- A - El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

14.2 Medida

El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

14.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada.
- M - Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
- A - Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.



Fig. C.14-a Cruce de vía férrea severidad baja



Fig. C.14-b Cruce de vía férrea severidad media



Fig. C.14-c Cruce de vía férrea severidad alta

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.

15.1 Niveles de severidad

Profundidad media del ahuellamiento:

B - 6.0 a 13.0 mm.

M - >13.0 mm a 25.0 mm.

A - > 25.0 mm.

15.2 Medida

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

15.3 Opciones de reparación

B - No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta

M - Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

A - Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.



Fig. C.15-a Ahuellamiento severidad baja



Fig. C.15-b Ahuellamiento severidad media



Fig. C.15-c Ahuellamiento severidad alta

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.

16.1 Niveles de severidad

- B - El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.
- M - El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
- A - El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

16.2 Medida

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

16.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada. Fresado.
- M - Fresado. Parcheo parcial o profundo.
- A - Fresado. Parcheo parcial o profundo.



Fig. C.16-a Desplazamiento severidad baja



Fig. C.16-b Desplazamiento severidad media

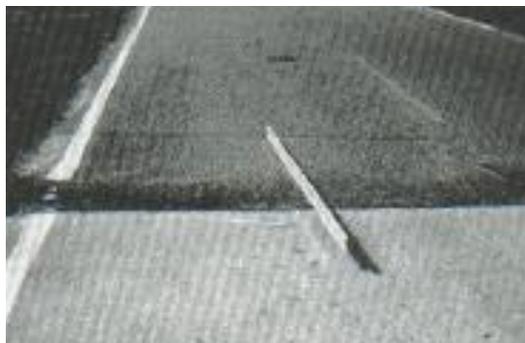


Fig. C.16-c Desplazamiento severidad alta

17. Grietas parabólicas (slippage).

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.

17.1 Nivel de severidad

B -	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.
A -	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.

17.2 Medida

El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

17.3 Opciones de reparación

B - No se hace nada. Parcheo parcial.

M - Parcheo parcial.

A - Parcheo parcial.



Fig. C.17-a Grieta parabólica severidad baja



Fig. C.17-b Grieta parabólica severidad media



Fig. C.17-c Grieta parabólica severidad alta

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.

18.1 Nivel de severidad

- B - 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. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.
- M - El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
- A - El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

18.2 Medida

El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

18.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada.
- M - No se hace nada. Reconstrucción.
- A - Reconstrucción.



Fig. C.18-a Hinchamiento severidad baja



Fig. C.18-b Hinchamiento severidad media



Fig. C.18-c Hinchamiento severidad alta

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.

19.1 Niveles de severidad

- B - 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.
- A - 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.

19.2 Medida

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

19.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
- M - Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
- A - Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Para los niveles M y A, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.



Fig. C.19-a Meteorización/desprendimiento de agregados severidad baja



Fig. C.19-b Meteorización/desprendimiento de agregados severidad media



Fig. C.19-c Meteorización/desprendimiento de agregados severidad alta

Manual de Daños para la Evaluación de Pavimentos con Superficies de Concreto Asfáltico

[Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". Segunda edición. 2005, Pag. 405 - 440]

21. Blow up – Buckling

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

21.1 Niveles de Severidad

- B - Causa una calidad de tránsito de baja severidad.
- M - Causa una calidad de tránsito de severidad media
- A - Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

21.2 Medida

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

21.3 Opciones de Reparación

- B - No se hace nada. Parcheo profundo o parcial.
- M - Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.
- A - Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



Fig. C.21-a Blow up – Buckling severidad baja



Fig. C.21-b Blow up – Buckling severidad media



Fig. C.21-c Blow up – Buckling severidad alta

22. Grieta de esquina

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

22.1 Niveles de Severidad

- B - La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.
- M - Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M).

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

22.2 Medida

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

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

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

22.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.
- M - Sellado de grietas. Parcheo profundo.
- A - Parcheo profundo.



Fig. C.22-a Grieta de esquina severidad baja



Fig. C.22-b Grieta de esquina severidad media



Fig. C.22-c Grieta de esquina severidad alta

23. Losa dividida

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

23.1 Niveles de severidad

En el siguiente cuadro, se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 a más
B	B	B	M
M	M	M	A
A	M	M	A

23.2 Medida

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

23.3 Opciones de Reparación

- B - No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.
- M - Reemplazo de la losa.
- A - Reemplazo de la losa

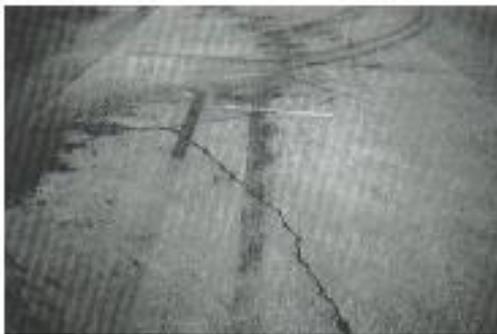


Fig. C.23-a Loas dividida severidad baja



Fig. C.23-b Loas dividida severidad media



Fig. C.23-c Loas dividida severidad alta

24. GRIETA DE DURABILIDAD “D”

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

24.1 Niveles de severidad

B -	Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.
M -	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad. 2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.
A -	Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

24.2 Medida

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

24.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada.
- M - Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas
- A - Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.



Fig. C.24-a-Grieta de ductilidad "D"
severidad baja

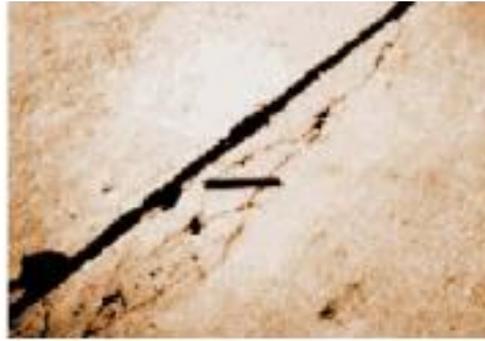


Fig. C.24-b Grieta de ductilidad "D"
severidad media

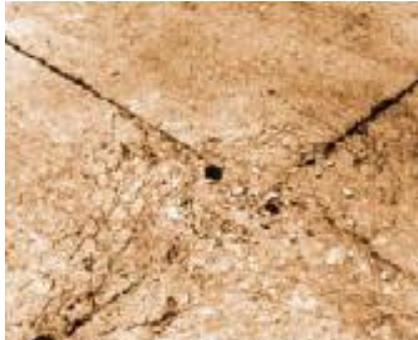


Fig. C.24-c Grieta de ductilidad "D" severidad alta

25. Escala

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

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

25.1 Niveles de Severidad

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el siguiente cuadro:

Nivel de severidad	Diferencia de elevación
B	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
A	Mayor que 19 mm

25.2 Medida

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

25.3 Opciones de reparación

B - No se hace nada. Fresado.

M - Fresado.

A - Fresado



Fig. C.25-a Escala severidad baja



Fig. C.25-b Escala severidad media



Fig. C.25-c Escala severidad alta

26. Daño del sello de la junta

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

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).
5. Perdida de adherencia a los bordes de la losa.
6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

26.1 Niveles de Severidad

- B - El sellante esta en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.
- M - Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.
- A - Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

26.2 Medida

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

26.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada.
- M - Resellado de juntas.
- A - Resellado de juntas.



Fig. C.26-a Daño sello de junta severidad baja



Fig. C.26-b Daño sello de junta severidad media



Fig. C.26-c Daño sello de junta severidad alta

27. DESNIVEL CARRIL / BERMA.

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

27.1 Nivel de severidad

- B - La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.
- M - La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.
- A - La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

27.2 Medida

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

27.3 Opciones de reparación

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



Fig. C.27-a Desnivel/carril berma severidad baja



Fig. C.27-b Desnivel/carril berma severidad media



Fig. C.27-c Desnivel/carril berma severidad alta

28. Grietas lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales)

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

28.1 Niveles de severidad

Losas sin refuerzo

B -	Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
M -	Existe una de las siguientes condiciones: <ol style="list-style-type: none">1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
A -	Existe una de las siguientes condiciones: <ol style="list-style-type: none">1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

Losas con refuerzo

B -	Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
M -	Existe una de las siguientes condiciones: <ol style="list-style-type: none">1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.
A -	Existe una de las siguientes condiciones: <ol style="list-style-type: none">1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

28.2 Medida

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

28.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.
- M - Sellado de grietas.
- A - Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa



Fig. C.28-a Grietas Lineales severidad baja en losa de concreto simple



Fig. C.28-b Grietas lineales severidad media en losas de concreto reforzado



Fig. C.28-c Grietas lineales severidad alta en losas de concreto simple

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

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

excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

29.1 Niveles de severidad

- B - El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- M - El parche está moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.
- A - El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

29.2 Medida

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

29.3 Opciones para Reparación

- B - No se hace nada.
- M - Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
- A - Reemplazo del parche.



Fig. C.19-a Parcheo grande de severidad baja



Fig. C.29-b Parcheo grande de severidad media

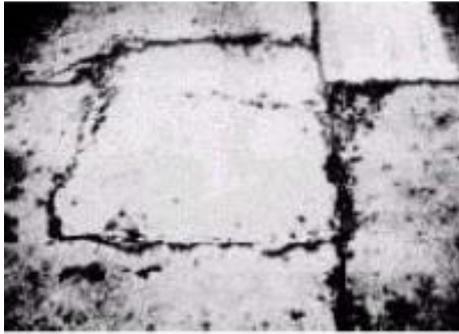


Fig. C.29-c Parcheo grande de severidad alta

30. Parche pequeño (menor de 0.45 m).

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

30.1 Niveles de Severidad

- B - El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- M - El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.
- A - El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

30.2 Medida

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

30.3 Opciones para Reparación

- B - No se hace nada.
- M - No se hace nada. Reemplazo del parche.
- A - Reemplazo del parche.



Fig. C.30-a Parche menor de severidad baja



Fig. C.30-b Parche menor de severidad media



Fig. C.30-c Parche menor de severidad alta

31. Pulimento de agregados

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

31.1 Niveles de Severidad

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

31.2 Medida

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

31.3 Opciones de reparación

B, M y A: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.



Fig. C.31-a Pulimiento de agregados.

32. Popouts.

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

32.1 Niveles de severidad

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

32.2 Medida

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

32.3 Opciones de reparación

B, M y A: No se hace nada.



Fig. C.3-a Popouts severidad baja

33. Bombeo.

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

33.1 Niveles de Severidad

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

33.2 Medida

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

33.3 Opciones de reparación

B, M y A: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.



Fig. C.33 Bombeo

34. Punzonamiento

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes pero, usualmente, está definido por una

grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros)

34.1 Niveles de Severidad

Severidad de la mayoría de grietas	Número de Pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
B	B	B	M
M	B	M	A
A	M	A	A

34.2 Medida

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

34.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada. Sellado de grietas
- M - Parcheo profundo
- A - Parcheo profundo.



Fig. C.34-a Punzonamiento de severidad baja



Fig. C.34-b Punzonamiento de severidad media



Fig. C.34-c Punzonamiento de severidad alta

35. Cruce de vía férrea.

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

35.1 Niveles de severidad

- B - El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
- M - El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
- A - El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

35.2 Medida

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

35.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada.
- M - Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
- A - Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce



Fig. C.35-a Cruce de vía férrea de severidad baja



Fig. C.35-b Cruce de vía férrea de severidad media



Fig. C.35-c Cruce de vía férrea de severidad alta

36. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.

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

36.1 Niveles de Severidad

- B - El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.
- M - La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.
- A - La losa está descamada en más del 15% de su área.

36.2 Medida

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

36.3 Opciones para Reparación

- B - No se hace nada.
- M - No se hace nada. Reemplazo de la losa.
- A - Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.



Fig. C.36-a Desconchamiento, mapa de grietas y craqueado de severidad baja



Fig. C.36-b Desconchamiento, mapa de grietas y craqueado de severidad media



Fig. C.36-c a Desconchamiento, mapa de grietas y craqueado de severidad alta

37. Grietas de retracción

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

37.1 Niveles de Severidad

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

37.2 Medida

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

37.3 Opciones de reparación

B, M y A: No se hace nada.



Fig. C.10 Grietas de retracción

38. Descascaramiento de esquina.

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras

que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascamiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

38.1 Niveles de severidad

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

Profundidad del descascamiento	Dimensiones de los lados del descascamiento	
	127x127 mm a 305x305 mm	Mayor que 305x305 mm
Menor de 25 mm	B	B
25 a 51 mm	B	M
Mayor 51	M	A

38.2 Medida

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

38.3 Opciones de reparación

- B - No se hace nada.
- M - Parcheo parcial.
- A - Parcheo parcial.



Fig. C.38-a Descascamiento de esquina de severidad baja



Fig. C.38-b Descascamiento de esquina de severidad media



Fig. C.38-c Descascaramiento de esquina de severidad alta

39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTA.

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

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

39.1 Niveles de Severidad

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

Fragmentos del descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6 m	> 0.6
Duros. No puede removerse fácilmente (puede faltar algunos pocos fragmentos)	< 102 mm	B	B
	> 102 mm	B	B
Suelos. Puede removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos 25 mm.	< 102 mm	B	M
	> 102 mm	B	M
Desaparecidos. La mayoría o todos los fragmentos han sido removidos	< 102 mm	B	M
	> 102 mm	M	A

39.2 Medida

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

39.3 Opciones para Reparación

- B - No se hace nada.
- M - Parcheo parcial.
- A - Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.



Fig. C.39-a Descascaramiento de junta de severidad baja



Fig. C.39-b Descascaramiento de junta de severidad media

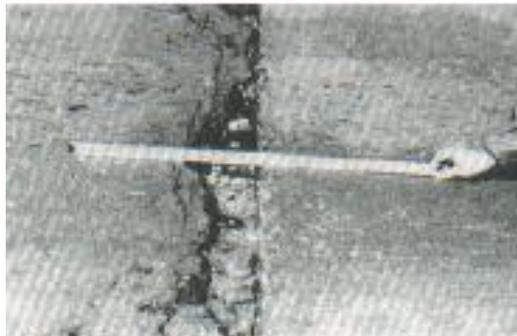


Fig. C.39-c Descascaramiento de junta de severidad alta

D

PLANOS