

Contenido

Introducción	XXV
1. Materiales o ligantes asfálticos	1
1.1 Cemento asfáltico	2
1.1.1 Generalidades	2
1.1.2 Rigidez del cemento asfáltico	17
1.1.3 Estructura fisico-química	18
1.2 Cemento asfáltico modificado	19
1.3 Emulsiones asfálticas	22
1.4 Asfaltos líquidos, rebajados o <i>cut-back</i>	31
1.5 Asfaltos espumados	32
1.6 Crudo de Castilla.....	32
1.7 Asfaltos naturales.....	33
2. Mezclas asfálticas	37
2.1 Generalidades.....	37
2.2 Agregados pétreos.....	38
2.3 Mezcla asfáltica abierta en frío	44
2.4 Mezcla asfáltica abierta en caliente	48
2.5 Mezcla asfáltica densa en frío.....	51
2.6 Concreto asfáltico	56
2.7 Mezclas de arena - asfalto.....	70
2.8 Tratamientos superficiales.	71
2.9 Lechadas asfálticas (<i>slurry and seal</i>).....	74
2.10 Mezcla asfáltica drenante	76
2.11 Mezclas discontinuas en caliente o microaglomerados.....	79
2.12 Mezclas tibias	82
2.13 Mezclas asfálticas modificadas	103
2.14 Mezclas asfálticas recicladas en frío	106
2.15 Mezclas asfálticas recicladas en caliente.....	108
2.16 Bases estabilizadas con emulsión	110
2.17 Base o granular estabilizado con asfalto en caliente	113
2.18 Granular estabilizado con crudo de Castilla	115
2.19 Rigidez de mezclas asfálticas	118
3. Mecanismos de daño de mezclas asfálticas para el diseño	123
3.1 Ahuellamiento en mezclas asfálticas.....	123
3.1.1 Generalidades	123
3.1.2 Ensayos y equipos.....	127
3.1.3 Factores que afectan la resistencia a la deformación permanente.....	138
3.1.4 Ecuaciones para la predicción de la deformación permanente.....	159



3.2	Fatiga en mezclas asfálticas	165
3.2.1	Generalidades	165
3.2.2	Ensayos	168
3.2.3	Factores que afectan la resistencia a fatiga	179
3.2.4	Ecuaciones empíricas	212
3.3	Daño por humedad	222
4.	SUPERPAVE	225
4.1	Generalidades	225
4.2	Niveles de diseño	226
4.3	Diseño de mezcla	230
4.4	Ensayos para evaluar el comportamiento de la mezcla diseñada	241
5.	Envejecimiento de asfaltos y mezclas asfálticas: estado del conocimiento	243
5.1	Generalidades	243
5.2	Algunos estudios reportados	249
6.	Evaluación de pavimentos	265
6.1	Inventario de daños	265
6.1.1	Fisuras	265
6.1.2	Deformaciones	274
6.1.3	Pérdida de las capas de la estructura	277
6.1.4	Daños superficiales	280
6.1.5	Otros	284
6.2	Inspección de obras de drenaje	286
6.3	Estado superficial a través del MDR	286
6.4	Determinación del PCI	291
6.5	Determinación de la irregularidad superficial	292
6.6	Determinación del PSI	297
6.7	Determinación del OPI	298
6.8	Determinación de la textura superficial	298
6.9	Evaluación estructural	301
6.9.1	Medidas de deflexión – Ensayos no destructivos	301
6.10	Ensayos destructivos	306
6.11	Determinación de la capacidad estructural	307
6.12	Exploración geotécnica	308
6.13	Medición de ruido	310
7.	Asfaltos modificados con caucho: estudio de su aplicación en Colombia	313
7.1	Introducción	313
7.2	Generalidades	315
7.3	Especificaciones colombianas	317
7.4	Ventajas de la utilización del asfalto-GCR	320
7.5	Desventajas de la utilización del asfalto-GCR	325
7.6	Justificación de utilización en Colombia de mezclas asfálticas modificadas con GCR	326

Anexo A. Ficha técnica del crudo de Castilla	333
Anexo B. Especificación PG (AASHTO MP 1)	338
8. Capas granulares: generalidades	339
8.1 Base granular	339
8.2 Subbase granular	341
8.3 Controles constructivos de bases y subbases	342
8.4 Afirmados	343
8.5 Subrasante mejorada	345
8.6 Subrasante	348
8.6.1 CBR (<i>Californian Bearing Ratio</i>)	348
8.6.2 Penetrómetro dinámico de cono (PDC)	352
8.6.3 Prueba de placa	353
8.6.4 Módulo resiliente	355
8.6.5 Estudios adicionales	363
9. Aspectos para tener en cuenta de los granulares en los métodos de diseño flexible	365
9.1 Metodologías de diseño de pavimentos flexibles y especificaciones de materiales	366
9.1.1 Métodos de diseño empíricos	366
9.1.2 Métodos de diseño analíticos, mecanicistas o racionales	373
9.2 Nuevos métodos de análisis de pavimentos	376
9.2.1 Programas de elementos finitos (FEM)	376
9.2.2 Programas de elementos discretos (DEM)	379
10. Comportamiento resiliente de materiales granulares	383
10.1 Módulo resiliente	384
10.2 Factores que influyen en el comportamiento resiliente de materiales granulares gruesos	390
10.2.1 Influencia del esfuerzo	391
10.2.2 Influencia del contenido de agua	397
10.2.3 Influencia de la densidad	400
10.2.4 Influencia de la granulometría, tamaño máximo, cantidad de finos y forma de la partícula	401
10.2.5 Influencia del número, frecuencia de carga e historia de esfuerzo	407
10.2.6 Influencia del tipo de ensayo	408
10.2.7 Anisotropía	410
10.3 Ecuaciones resilientes (elásticas no lineales) para materiales granulares gruesos	414
10.4 Factores que influyen en el comportamiento resiliente de materiales fino-granulares	423
10.4.1 Influencia del esfuerzo	423
10.4.2 Influencia del contenido de agua	426
10.4.3 Influencia de la densidad	430



10.5 Ecuaciones resilientes (elásticas no lineales) para materiales fino-granulares.....	432
10.6 Síntesis	440
11. Deformación permanente en materiales granulares no tratados	443
11.1 Deformación permanente	443
11.2 Factores que influyen en la resistencia a la deformación permanente de materiales granulares gruesos	444
11.2.1 Influencia del esfuerzo	444
11.2.2 Influencia de la historia de esfuerzo.....	451
11.2.3 Influencia del contenido de agua	452
11.2.4 Influencia de la densidad.....	456
11.2.5 Influencia del número y frecuencia de carga	458
11.2.6 Influencia de la granulometría, tamaño máximo, cantidad de finos y forma de la partícula.....	460
11.2.7 Influencia del tipo de ensayo	464
11.3 Ecuaciones de deformación permanente para materiales granulares gruesos	468
11.4 Factores que influyen en la resistencia a la deformación permanente de materiales fino-granulares.....	475
11.4.1 Influencia del esfuerzo	475
11.4.2 Influencia del contenido de agua	477
11.4.3 Influencia de la frecuencia de carga	479
11.5 Ecuaciones de deformación permanente en materiales fino-granulares.....	480
11.6 Síntesis	484
12. Materiales ligados con cementantes hidráulicos	485
12.1 Losa de concreto hidráulico para pavimento rígido.....	485
12.1.1 Generalidades.....	485
12.1.2 Elementos que conforman la losa	492
12.1.3 Mecanismos de daño en el diseño de pavimentos rígidos.....	500
12.1.4 Aspectos constructivos y especificaciones de materiales	502
12.2 Base de concreto hidráulico	510
12.3 Bases estabilizadas con cemento hidráulico	512
12.4 Suelo-cemento	514
12.5 Adoquines de concreto.....	517
13. Diseño de pavimentos	521
13.1 Variables de diseño.....	521
13.1.1 Subrasante.....	521
13.1.2 Tránsito.....	522
13.2 Método AASHTO (1993) - Pavimentos flexibles y semirrígidos	541
13.3 Método AASHTO (1993) – Pavimento rígido	549
13.4 Diseño racional para pavimento flexible, rígido y semirrígido	553
Acerca de los autores.....	575