

# CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b> . . . . .	XIII
<b>PRÓLOGO</b> . . . . .	XV
<b>PRÓLOGO (2a. edición)</b> . . . . .	XVII
<b>PRÓLOGO (1a. edición)</b> . . . . .	XIX
<b>INTRODUCCIÓN</b> . . . . .	XXI
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN . . . . .	1
1.2 TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN SIMPLE. . . . .	1
1.2.1 El Cemento . . . . .	2
1.2.2 Características de los agregados . . . . .	15
1.2.3 El agua de mezclado . . . . .	31
1.2.4 La mezcla de hormigón . . . . .	38
1.3 TECNOLOGÍA DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS . . . . .	42
1.3.1 Materiales asfálticos . . . . .	42
1.4 CAPAS GRANULARES PARA PAVIMENTOS. . . . .	113
1.5 CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y DE CONSTRUCCIÓN . . . . .	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	123
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>COMPACTACIÓN</b> . . . . .	<b>125</b>

2.1	COMPACTACIÓN DE SUELOS . . . . .	125
2.1.1	Antecedentes . . . . .	125
2.1.2	Efectos de los diferentes factores que intervienen en la compactación . . . . .	127
2.1.2.1	Efectos de contenido de agua . . . . .	127
2.1.2.2	Efectos de la energía de compactación . . . . .	127
2.1.2.3	Efectos del método de compactación. . . . .	129
2.1.2.4	Efectos de la fracción gruesa . . . . .	131
2.1.3	Requisito de compactación . . . . .	131
2.1.4	Ensayos de compactación . . . . .	133
2.1.5	Compactación y compactadores. . . . .	140
2.2	COMPACTACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS . . . . .	148
2.2.1	Influencia de las propiedades de los materiales en la compactación. . . . .	148
2.2.2	Influencia del espesor de la capa asfáltica . . . . .	149
2.2.3	Influencia de la temperatura de la mezcla . . . . .	151
2.2.4	Influencia de las condiciones climáticas en la compactación. . . . .	151
2.2.5	Equipos de compactación . . . . .	152
2.2.6	Ventajas de la compactación de pavimentos al 100 por ciento de la densidad de laboratorio durante la construcción . . . . .	153
2.2.7	Tramos de prueba . . . . .	153
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	154

### CAPÍTULO 3

	<b>EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS EN SERVICIO Y DISEÑO DE OBRAS DE MEJORAMIENTO . . . . .</b>	<b>155</b>
3.1	INTRODUCCIÓN . . . . .	155
3.2	TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES . . . . .	156
3.3	PATOLOGÍA DE LAS ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO EN SERVICIO. . . . .	157
3.3.1	Información existente. . . . .	157
3.3.2	Examen superficial del pavimento . . . . .	158
3.3.3	Evaluación estructural continua por deflectometría . . . . .	193
3.3.4	Evaluación de la regularidad superficial . . . . .	213

3.3.5	Evaluación de la textura superficial de un pavimento . . .	219
3.3.6	Evaluación geotécnica de los materiales de la estructura existente. . . . .	222
3.4	CRITERIO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO PARA EL DISEÑO DE REFUERZOS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES. . . . .	223
3.4.1	Diseño de sobrecapas asfálticas en pavimentos flexibles	223
3.5	DISEÑO RACIONAL DE REFUERZOS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES CRITERIO DE LILLI - LOCKHART . . . . .	235
3.6	REFUERZOS DE CONCRETO HIDRÁULICO SOBRE PAVIMENTOS RÍGIDOS DE CALLES Y CARRETERAS. . . . .	261
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	269
 <b>CAPÍTULO 4</b>		
	<b>RECICLAJE DE PAVIMENTOS FLEXIBLES . . . . .</b>	<b>271</b>
4.1	INTRODUCCIÓN . . . . .	271
4.2	CAMPOS DE APLICACIÓN DEL RECICLAJE. . . . .	272
4.3	TIPOS DE RECICLAJE. . . . .	272
4.4	VENTAJAS DE LAS TÉCNICAS DE RECICLADO . . . . .	273
4.5	RECICLAJE SUPERFICIAL. . . . .	274
4.6	RECICLAJE EN EL LUGAR. . . . .	276
4.7	RECICLAJE EN PLANTA (EN CALIENTE) . . . . .	277
4.8	DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS RECICLADAS EN FRÍO (MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO). . . . .	278
4.9	DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS RECICLADAS EN CALIENTE (MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO). . . . .	289
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	299
 <b>CAPÍTULO 5</b>		
	<b>ASFALTOS MODIFICADOS . . . . .</b>	<b>301</b>
5.1	INTRODUCCIÓN . . . . .	301
5.2	OBJETIVO DE LA MODIFICACIÓN . . . . .	301
5.3	BENEFICIOS QUE SE BUSCAN CON LA MODIFICACIÓN DEL ASFALTO . . . . .	303
5.4	LAS ASOCIACIONES ASFALTO-POLÍMERO. . . . .	303

5.5	COMPATIBILIDAD . . . . .	307
5.6	CARACTERIZACIÓN DE LOS ASFALTOS MODIFICADOS CON POLÍMEROS . . . . .	310
5.7	APLICACIONES DE LOS LIGANTES MODIFICADOS . . . . .	314
5.7.1	Mezclas drenantes . . . . .	314
5.7.2	Mezclas en caliente en capas delgadas (Microaglomerados en caliente) . . . . .	314
5.7.3	Mezclas bituminosas altamente resistentes para capa de rodadura. . . . .	316
5.7.4	Tratamientos superficiales mediante riego con gravilla .	316
5.7.5	Lechadas bituminosas . . . . .	317
5.7.6	Membranas absorbentes de tensiones. . . . .	317
5.7.7	Mezclas de alto módulo . . . . .	317
5.8	EMULSIONES CON ASFALTOS PREVIAMENTE MODIFICADOS . . .	318
5.9	ELABORACIÓN DE EMULSIONES CON ASFALTO MODIFICADO. .	318
5.10	CARACTERIZACIÓN DE LAS EMULSIONES MODIFICADAS . . . .	318
5.11	APLICACIONES DE LAS EMULSIONES MODIFICADAS CON POLÍMEROS . . . . .	319
5.12	TRATAMIENTOS SUPERFICIALES . . . . .	319
5.13	MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO. . . . .	321
5.14	MICROAGLOMERADOS EN FRÍO. . . . .	321
5.15	TRATAMIENTOS ANTIFISURAS . . . . .	323
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	323

**CAPÍTULO 6**

<b>EL ASFALTO ESPUMADO . . . . .</b>	<b>325</b>	
6.1	INTRODUCCIÓN . . . . .	325
6.2	OBTENCIÓN DEL ASFALTO ESPUMADO . . . . .	325
6.3	CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO ESPUMADO <sup>(2)</sup> . . . . .	326
6.4	MATERIALES TRATADOS CON ASFALTO ESPUMADO . . . . .	327
6.5	EL ASFALTO ESPUMADO EN LA CONSTRUCCIÓN VIAL <sup>(2)</sup> . . . . .	331
6.6	PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA . . . . .	331
6.7	CONDICIONES DE CURADO. . . . .	334
6.8	CONSTRUCCIÓN DE VÍAS CON ASFALTO ESPUMADO. . . . .	335

6.9 LAS ECONOMÍAS DEL ASFALTO ESPUMADO . . . . .	336
6.10 RECICLAJE CON ASFALTO ESPUMADO . . . . .	336
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	338
<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>MEZCLAS ASFÁLTICAS DRENANTES . . . . .</b>	<b>339</b>
7.1 DEFINICIÓN . . . . .	339
7.2 HISTORIA . . . . .	340
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	353
<b>CAPÍTULO 8</b>	
<b>SUPERPAVE . . . . .</b>	<b>355</b>
8.1 INTRODUCCIÓN . . . . .	355
8.2 NUEVOS CRITERIOS SUPERPAVE PARA LIGANTES ASFÁLTICOS . . . . .	355
8.3 MÉTODOS DE ENSAYO SUPERPAVE PARA ASFALTOS . . . . .	357
8.4 ESPECIFICACIÓN SUPERPAVE PARA ASFALTOS . . . . .	365
8.5 ESPECIFICACIONES SUPERPAVE PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS . . . . .	368
8.5.1 Métodos de ensayo SUPERPAVE para mezclas asfálticas . . . . .	368
8.5.2 Diseño de mezclas asfálticas, Nivel 1 . . . . .	373
8.5.3 Diseño de mezcla, Nivel 2 . . . . .	376
8.6 DISEÑO DE MEZCLAS NIVEL 3: PROPIEDADES FUNDAMENTALES BASADAS EN EL COMPORTAMIENTO EN SERVICIO . . . . .	381
8.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS UTILIZADOS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA SEGÚN SUPERPAVE . . . . .	383
8.7.1 Propiedades de la fuente de origen . . . . .	383
8.7.2 Granulometría . . . . .	386
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	400
<b>CAPÍTULO 9</b>	
<b>CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD . . . . .</b>	<b>401</b>
9.1 INTRODUCCIÓN . . . . .	401
9.2 TÉRMINOS ESTADÍSTICOS Y DE CONTROL DE CALIDAD . . . . .	402
9.2.1 Conjuntos de datos. . . . .	402

9.2.2	Representaciones numéricas . . . . .	402
9.3	FUNCIÓN DE LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN LA ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN . . . . .	404
9.4	DIAGRAMAS DE PARETO DE FENÓMENOS Y DIAGRAMAS DE PARETO DE CAUSAS. . . . .	405
9.4.1	Diagrama de Pareto de Fenómenos . . . . .	405
9.4.2	Diagrama de Pareto de Causas . . . . .	405
9.4.3	Diagramas de Causa-Efecto . . . . .	406
9.5	PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR LOS DIAGRAMAS DE CAUSA-EFECTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS. . . . .	406
9.6	LOS HISTOGRAMAS. . . . .	407
9.7	GRÁFICOS DE CONTROL . . . . .	411
9.7.1	Causas debidas al azar . . . . .	412
9.7.2	Causas asignables . . . . .	412
9.8	EJEMPLOS DE APLICACIÓN . . . . .	417
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	422

**ANEXO 1**

	<b>FÓRMULAS ÚTILES EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS . . . . .</b>	<b>423</b>
1.	SUELOS Y SUBRASANTES . . . . .	423
2.	EL TRÁNSITO. . . . .	434
3.	ASFALTOS . . . . .	438
4.	TRATAMIENTOS SUPERFICIALES . . . . .	440
5.	MEZCLAS ASFÁLTICAS . . . . .	441
6.	CONCRETOS. . . . .	445
7.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS. . . . .	448
8.	EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y DISEÑO DE REFUERZOS . . . . .	450

**ANEXO 2**

	<b>SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES, EQUIVALENCIAS Y FACTORES DE CONVERSIÓN . . . . .</b>	<b>455</b>
1.	UNIDADES BÁSICAS . . . . .	455

---

2. DEFINICIONES DE LAS UNIDADES BÁSICAS Y COMPLEMENTARIAS DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES . . . . .	456
3. UNIDADES DERIVADAS DEL SISTEMA INTERNACIONAL QUE TIENEN NOMBRE ESPECIAL. INCLUIDAS LAS UNIDADES SUPLEMENTARIAS . . .	457
4. UNIDADES UTILIZADAS CON EL SISTEMA INTERNACIONAL . . . . .	460
5. SÍMBOLOS DE LAS UNIDADES "SI" MÁS USADAS . . . . .	460
6. PREFIJOS PARA FORMAR LOS MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS DEL "SI". .	461
7. UNIDADES DE FUERZA . . . . .	462
8. UNIDADES DE PRESIÓN DE FLUIDOS . . . . .	462
9. FACTORES DE CONVERSIÓN . . . . .	463
10. CONVERSIÓN DE PIES Y PULGADAS . . . . .	465
<b>GLOSARIO . . . . .</b>	<b>467</b>