

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>	
<hr/>		
<b>CAPÍTULO 1: ASPECTOS FUNDAMENTALES</b>	<b>21</b>	
<hr/>		
1.1	Introducción	23
1.2	Fuentes de potencia para la construcción	23
1.3	Potencia en los motores de combustión interna	25
1.4	Transmisión de la potencia	26
1.5	Comparación entre la DT y la PS	27
1.6	Potencia eléctrica	28
1.7	Motores y generadores eléctricos	29
1.8	Potencia Hidráulica	30
1.9	Montajes sobre Base Móvil	31
	1.9.1 Comparación entre oruga y llanta	32
1.10	Materiales en la construcción	33
1.11	Fuerzas que rigen el movimiento del equipo	33
1.12	Resistencia al rodamiento	35
1.13	Resistencia por Pendiente	36
1.14	Fuerza tractiva en los tractores de ruedas	36
1.15	Fuerza de tracción en la barra de tiro en los tractores de oruga (DBPP)	37
1.16	Cómo reducir el consumo de potencia	40
1.17	Medidas preventivas de seguridad	41
<hr/>		
<b>CAPÍTULO 2: COSTOS DE LA MAQUINARIA</b>	<b>43</b>	
<hr/>		
2.1	Introducción	45
2.2	Valor Inicial de las Máquinas	45
2.3	Vida Económica Útil	46
2.4	Costos Directos	48

2.4.1	Costos de propiedad	48
2.4.2	Costos de operación	49
2.5	Costos indirectos	52
2.5.1	Costos de administración	52
2.5.2	Costos financieros	53
2.5.3	Gastos de la administración central	53
2.5.4	Imprevistos	54
2.5.5	Utilidad	54
2.6	Recomendaciones para la compra de maquinaria	55

### **CAPÍTULO 3: PROPIEDADES DE LOS SUELOS** 63

---

3.1	Introducción	65
3.2	Generalidades	65
3.3	Mejoramiento del terreno de cimentación	68
3.4	El agua en el suelo de fundación	72
3.5	Exploración de suelos para carreteras	73
3.5.1	Estudios geológicos y aerofotográficos	73
3.6	Exploración directa del suelo	74
3.7	Estabilidad de los taludes de cortes y de los terraplenes	74
3.8	Fuentes de materiales	75
3.9	Cimentación de puentes y otras estructuras	75
3.10	Control de Calidad durante la Construcción	75

### **CAPÍTULO 4: MOVIMIENTO DE TIERRAS** 77

---

4.1	Definición	79
4.2	Definiciones	81
4.2.1	Excavación de la explanación	81
4.2.2	Excavación de canales	81
4.2.3	Excavación en zonas de préstamo	81
4.3	Materiales	82
4.4	Aspectos fundamentales del movimiento de tierras	82
4.4.1	Naturaleza del material	83
4.4.2	Preparación del material para la excavación	83
4.4.3	Productividad del equipo	84
4.4.4	Ciclo de trabajo para una operación de movimiento de tierra	85
4.5	Diagrama de masas	86
4.6	Tipos de equipo para el movimiento de tierras	89
4.6.1	Tractores para obras de tierra	89
4.6.2	Traíllas	96
4.6.3	Excavadoras y grúas	105

4.6.4	Grúas móviles	112
4.6.5	Dragas de arrastre y excavadoras similares	115
4.6.6	Cargadores frontales para movimiento de tierra	119
4.6.7	Equipos de acarreo	123
4.6.8	Motoniveladora	127
<b>CAPÍTULO 5: COMPACTACIÓN DE SUELOS</b>		<b>131</b>
5.1	Introducción	133
5.2	Equipos de compactación	134
5.2.1	Cilindradoras de ruedas metálicas	135
5.2.2	Compactadores de llantas	138
5.2.3	Cilindros “pata de cabra”	140
5.2.4	Vibrocompactadores	143
5.2.5	Compactadores de impacto	147
5.3	Variables que intervienen en la compactación de suelos	148
5.3.1	Naturaleza del suelo	148
5.3.2	Método de compactación	150
5.3.3	Energía específica de compactación	153
5.3.4	Contenido de agua del suelo	154
5.3.5	Productividad del equipo de compactación	156
5.3.6	Control de la compactación en el terreno	157
5.3.7	Compactación de pedraplenes	162
<b>CAPÍTULO 6: PRODUCCIÓN DE AGREGADOS</b>		<b>167</b>
6.1	Definiciones	169
6.1.1	Agregados minerales	169
6.1.2	Agregados naturales	169
6.1.3	Agregados artificiales	170
6.1.4	Otros términos	170
6.2	Especificaciones	171
6.3	Origen de los agregados	172
6.4	Explotación de las fuentes de material	177
6.4.1	Canteras	177
6.4.2	Receberas o areneras	177
6.4.3	Depósitos aluviales	177
6.4.4	Aspectos generales	178
6.4.5	Estudios preliminares	179
6.4.6	Excavación y cargue	181
6.4.7	Transporte de la mina a la planta	183

<b><u>CAPÍTULO 7: PROCESAMIENTO DE LOS AGREGADOS</u></b>		<b>185</b>
7.1	Introducción	187
7.2	Trituradoras para producción de agregados	187
7.2.1	Principios de la trituración de rocas	189
7.2.2	Características de diseño	190
7.2.3	Trituradoras de rodillos	195
7.2.4	Alimentadores y componentes de la planta	199
7.2.5	Cribado y cribas	201
7.2.6	Transportadores	209
<b><u>CAPÍTULO 8: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</u></b>		<b>119</b>
8.1	Introducción	221
8.2	Usos del asfalto	221
8.3	Tipos de asfalto para uso en pavimento	221
8.4	Relación temperatura-viscosidad para uso de asfaltos	222
8.5	Propiedades de las mezclas de asfalto y agregado	223
<b><u>CAPÍTULO 9: CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</u></b>		<b>227</b>
9.1	Concepto básico del diseño de un pavimento flexible	229
9.2	Capas de un pavimento flexible	229
9.1.2	Capa de rodadura	230
9.2	Capa de unión o liga	232
9.2.1	Definición	232
9.2.2	Agregados	232
9.2.3	Espesores	232
9.2.4	Diseño de la mezcla	233
9.3	Capa de nivelación	233
9.3.1	Definición	233
9.3.2	Composición	233
9.3.3	Extensión	233
9.4	Capa o capas de base	234
9.4.1	Definición	234
9.4.2	Materiales y métodos de construcción	234
9.4.3	Espesores	234
9.4.4	Reducción de espesores	235
9.5	Capas de subbase y subrasante mejorada	235
9.5.1	Subbase	235
9.5.2	Subrasante mejorada	235
9.5.3	Espesores	235
9.5.4	Materiales subbase	236
9.5.5	Materiales subrasante mejorada	236

9.6	Bases, subbases y subrasantes estabilizadas	237
9.7	Sección transversal	237

## **CAPÍTULO 10: TIPOS, SELECCIÓN Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN**

### **DE LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS** 239

10.1	Tipos	241
	10.1.1 Tratamientos superficiales	241
	10.1.2 Lechadas asfálticas	241
	10.1.3 Mezclas en vía	242
	10.1.4 Mezclas en planta	242
10.2	Selección del tipo de pavimento	242
	10.2.1 Peso y volumen del tráfico	243
	10.2.2 Economía	244
	10.2.3 Materiales disponibles	245
	10.2.4 Equipo	245
	10.2.5 Método de construcción	245
	10.2.6 Agregados	245
	10.2.7 Control requerido	246

### **CAPÍTULO 11: TRATAMIENTOS SUPERFICIALES** 247

11.1	Definición	249
11.2	Imprimación	250
11.3	Riego de liga	251
11.4	Riego antipolvo	252
11.5	Riego en Negro	252
11.6	Riego de curado	253
11.7	Riego de Sellado	254
11.8	Tratamientos superficiales simples y múltiples	254
	11.8.1 Generalidades	254
	11.8.2 Clase y cantidad de asfalto y agregados	255
	11.8.3 Construcción	257
11.9	Macadán de penetración	260
	11.9.1 Definición	260

### **CAPÍTULO 12: LECHADAS ASFÁLTICAS (SLURRY SEAL)** 263

12.1	Definición	265
12.2	Campos de Aplicación	265
12.3	Tratamientos de Sellado	266
12.4	Tratamientos Antideslizantes	267
12.5	Otras Aplicaciones	268

12.6	Materiales	268
	12.6.1 Ligante	268
	12.6.2 Agregados	268
	12.6.3 Agua de preenvuelta	270
	12.6.4 Aditivos	271
12.7	Construcción	272
	12.7.1 Composición y dosificación	272
	12.7.2 Datos para la fabricación	273
	12.7.3 Preparación de la superficie	274
	12.7.4 Fabricación y puesta en obra	274
	12.7.5 Puesta en obra	275
	12.7.6 Equipo de fabricación y puesta en obra	275
	12.7.7 Compactación	277

---

### **CAPÍTULO 13: MEZCLAS EN VÍA** 279

13.1	Definición	281
13.2	Ventajas y limitaciones	281
13.3	Agregados	281
13.4	Tipos de mezclas más usadas	282
	13.4.1 Gradación densa	282
	13.4.2 Gradación abierta	282
	13.4.3 Materiales	284
13.5	Agregado grueso	285
13.6	Agregados finos	285
13.7	Diseño y construcción	285
13.8	Tres métodos para mezclar sobre el camino	287
	13.8.1 Mezcla con motoniveladora	287
	13.8.2 Mezcla mecanizada	288
	13.8.3 Mezcla en planta móvil	288
	13.8.4 Estudio comparativo de los tres sistemas de mezcla sobre la vía	289
13.9	Extensión y Compactación	293

---

### **CAPÍTULO 14: ESTABILIZACIONES** 295

14.1	Definición	297
14.2	Materiales	297
	14.2.1 Ligante	297
	14.2.2 Componente mineral	297
14.3	Diseño de la estabilización	299
14.4	Construcción	299
14.5	Compactación	300
	14.5.1 Sección de ensayo o tramo de prueba	301

<b>CAPÍTULO 15: RECICLADO</b>	<b>303</b>
15.1 Definición	305
15.2 Tipos de reciclados de pavimentos	306
15.2.1 Fresado en frío ( <i>cold planning</i> )	306
15.2.2 Reciclado en caliente	306
15.2.3 Reciclado en caliente insitu	306
15.2.4 Reciclado en frío	307
15.2.5 Recuperación full-depth	307
15.3 Reciclado en frío de materiales tratados	308
15.3.1 Ventajas	308
<b>CAPÍTULO 16: PLANTAS CENTRALES DE MEZCLA</b>	<b>311</b>
16.1 Tipos de plantas y mezclas	313
16.1.1 Plantas	313
16.1.2 Tipos de mezclas	313
16.2 Ventajas de las plantas centrales	314
16.3 Clasificación de las mezclas asfálticas	314
16.4 Métodos de diseño de las mezclas	315
16.5 Evaluación y ajuste del diseño de mezclas	316
16.5.1 Estabilidad	316
16.5.2 Durabilidad	317
16.5.3 Impermeabilidad	318
16.5.4 Trabajabilidad	318
16.5.5 Flexibilidad	319
16.5.6 Resistencia a la fatiga	319
16.5.7 Resistencia al deslizamiento	320
16.6 Fórmula de trabajo	322
16.7 Planta para mezclas en caliente	323
16.1.1 Alimentadores (tolvas) en frío	325
16.1.2 Secador	327
16.1.3 Quemadores y combustibles	328
16.1.4 Colectores de polvo	329
16.1.5 Unidad de gradación	332
16.1.6 Selección de los tamices de las cribas	333
16.1.7 Arreglo de las cubiertas de la criba	333
16.1.8 Dosificación y mezcla	335

<b>CAPÍTULO 17: COLOCACIÓN DE LA MEZCLA</b>		<b>357</b>
17.1	Preparación de la Superficie	359
	17.1.1 Subrasante	359
	17.1.2 Capa de base	360
	17.1.3 Pavimento asfáltico	360
	17.1.4 Pavimento de Concreto de Cemento Portland (PCC)	361
	17.1.5 Ajuste de las estructuras para servicios públicos sobre la calzada	362
	17.1.6 Control vertical y horizontal de la rasante	362
17.2	Equipo de Pavimentación	364
	17.2.1 Pavimentadora (terminadora o Finisher)	364
17.3	Equipo de Transporte	370
17.4	Inspección Visual de la Mezcla	371
	17.4.1 Humo azul	371
	17.4.2 Apariencia tiesa	371
	17.4.3 Aplastamiento de la mezcla en el volquete	371
	17.4.4 Apariencia seca u opaca	371
	17.4.5 Vapor ascendente	372
	17.4.6 Segregación	372
	17.4.7 Contaminación	372
	17.4.8 Exudación	372
17.5	Procedimiento de colocación	372
	17.5.1 Ajuste de la plancha durante la pavimentación	372
	17.5.2 Ancho de la distribución	373
	17.5.3 Colocación a mano	373
17.6	Inspección de la Carpeta	374
	17.6.1 Temperatura de la mezcla	374
	17.6.2 Apariencia de la superficie del pavimento	374
	17.6.3 Pendiente de la calzada	375
	17.6.4 Geometría de la vía	376
	17.6.5 Juntas	376
<b>CAPÍTULO 18: COMPACTACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS</b>		<b>383</b>
18.1	Introducción	385
18.2	Factores que afectan la compactación	385
	18.2.1 Propiedades de la mezcla	385
18.3	Compactadores	389
	18.3.1 Uso de los diferentes tipos de compactadoras	390
18.4	Procedimiento de compactación	393
	18.4.1 Generalidades	393
	18.4.3 Procedimientos específicos de compactación	396
18.5	Requisitos de Aprobación	401

<b>CAPÍTULO 19: CORRECCIÓN Y DEFICIENCIAS SUPERFICIALES</b>		
<b>Y CONSTRUCCIÓN DE SOBRECAPAS</b>		<b>405</b>
19.1	Introducción	407
19.2	Permeabilidad y Agrietamiento	407
19.3	Asperezas	408
19.4	Superficie Deslizante	408
19.5	Preparación del Pavimento Existente	408
	19.5.1 Reparaciones puntuales	409
	19.5.2 Nivelación	409
	19.5.3 Limpieza y liga	409
	19.5.4 Lechada asfáltica ( <i>slurry seal</i> )	409
	19.5.5 Ensanches	409
	19.5.6 Grietas de reflexión	410
19.6	Construcción	414
<b>CAPÍTULO 20: MEZCLAS DE SUELO TRATADO CON CEMENTO</b>		<b>417</b>
20.1	Introducción	419
20.2	Tipos de mezclas de suelo tratado con cemento	420
20.3	Suelo-cemento	421
	20.3.1 Espesores	421
	20.3.2 Materiales	422
	20.3.3 Contenido de cemento	423
	20.3.4 Contenido de humedad	424
	20.3.5 Proceso de construcción	425
20.4	Suelos modificados con cemento	431
	20.4.1 Suelos granulares	432
	20.4.2 Suelos finos	432
20.5	Inspección y control en el terreno	433
<b>CAPÍTULO 21: PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND</b>		<b>435</b>
21.1	Introducción	437
21.2	Conocimientos Fundamentales	437
	21.2.1 Funciones del agregado mineral	438
	21.2.2 Influencia de la calidad de la pasta en las propiedades del concreto	439
21.3	Materiales	439
	21.3.1 Cemento	439
	21.3.2 Agua	439
	21.3.3 Agregados minerales	440
	21.3.4 Forma, gradación y tamaño máximo del agregado	440

21.3.5	Aditivos	441
21.4	Elaboración del concreto hidráulico	441
21.5	Equipos para pavimentación	442
21.6	Equipo de transporte	442
21.7	Pavimentadora de cimbra fija	442
21.8	Pavimentadora de cimbra deslizante	443
21.9	Proceso de pavimentación	444
21.9.1	Inicio de los trabajos	444
21.9.2	Pavimentación con cimbra deslizante	445
21.9.3	Acabado superficial	449
21.9.4	Microtexturizado longitudinal	449
21.9.5	Macrotexturizado transversal	450
21.9.6	Curado	450
21.9.7	Juntas	451
21.9.8	Limpieza y sello de juntas	452
21.9.9	Pavimentación con cimbra fija	452
<b>APÉNDICE: MATERIALES BITUMINOSOS</b>		<b>457</b>
A.1	Definición	459
A.2	Asfaltos	459
A.2.1	Asfaltos naturales	460
A.2.2	Cementos asfálticos	460
A.2.3	Asfaltos normalizados	461
A.2.4	Asfaltos modificados	463
A.2.5	Asfaltos líquidos	464
A.2.6	Emulsiones asfálticas	466
A.3	Alquitranes	472
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>475</b>
<b>ÍNDICES</b>		<b>481</b>
	Índice de tablas	483
	Índice de figuras	485