

Contenido Volumen II

Prólogo, 7

Capítulo 8 Cimentaciones para estructuras viales

19

- VIII- 1 Introducción, 19
- VIII- 2 Teorías de capacidad de carga, 22
 - A La Teoría de Terzaghi, 23
 - B La Teoría de Meyerhof, 25
 - C La Teoría de Skempton, 27
 - D Otras teorías de capacidad de carga, 28
 - E Comparación entre las diversas teorías, 30
 - F Capacidad de carga en cimentaciones superficiales sujetas a cargas excéntricas o inclinadas, 33
 - G Capacidad de carga en suelos estratificados, 35
 - H Capacidad de carga de cimientos superficiales colocados en taludes, 37
 - I Corrección de la capacidad de carga por la posición del nivel freático, 39
 - J Algunas ideas relativas a la capacidad de carga de pilotes y otros cimientos profundos, 39
- VIII- 3 Capacidad de carga en pilotes de fricción, 42
 - A Pilotes en arcilla, 42
 - B Pilotes en arenas, 44
 - C Grupos de pilotes, 45
 - D Fricción negativa, 46
- VIII- 4 Capacidad de carga admisible. Factor de seguridad, 47
- VIII- 5 Capacidad de carga en rocas, 48
- VIII- 6 Pilotes sujetos a cargas laterales, 51
- VIII- 7 Asentamientos en cimentaciones, 55
 - A Cimentaciones superficiales, 56
 - 1 Suelos cohesivos, 56
 - 2 Suelos friccionantes, 57
 - B Cimentaciones profundas, 57
 - 1 Suelos cohesivos, 57
 - 2 Suelos friccionantes, 59

- VIII- 8 Parámetros de resistencia utilizados en el cálculo de cimentaciones en arcilla, 60
- VIII- 9 Pruebas de carga, 60
- VIII-10 Cilindros y cajones de cimentación, 65
- VIII-11 Algunos aspectos prácticos para el diseño de cimentaciones, 71
 - A Cimentaciones superficiales, 71
 - 1 Cimentaciones en arenas y gravas, 71
 - 2 Cimentaciones en arcillas homogéneas, 75
 - 3 Cimentaciones en arcillas fisuradas, 76
 - 4 Cimentaciones en limos y loes, 76
 - B Cimentaciones piloteadas, 77
 - 1 Pilotes hincados al golpe, 77
 - 2 Pilotes colados en el lugar, 83
 - 3 Pilotes pre-esforzados, 84
 - C Cilindros y cajones de cimentación, 84
- VIII-12 Control de agua en excavaciones, 85
- Anexo VIII-A Problemas de cimentaciones, 90
 - VIII-A.1 Cimentación con zapatas superficiales, 90
 - VIII-A.2 Problema de cimentaciones con cilindros, 91
 - VIII-A.3 Cimentación con pilotes, 92
- Referencias, 95

Capítulo 9 Pavimentos flexibles

99

- IX- 1 Introducción, 99
- IX- 2 Estructuración de los pavimentos flexibles, 106
- IX- 3 Las cargas del tránsito. Sistemas para su representación, 117
- IX- 4 Tipos de fallas en los pavimentos flexibles, 124
- IX- 5 Algunas ideas sobre los planteamientos teóricos del problema del dimensionamiento de los pavimentos flexibles, 128

- IX- 6 Pruebas de laboratorio especiales en la tecnología de pavimentos, 130
 - A Pruebas de placa, 130
 - B Prueba de Valor Relativo de Soporte, 133
 - C Pruebas triaxiales, 137
 - C-1 Prueba triaxial de Kansas, 137
 - C-2 Prueba triaxial de Texas, 137
 - C-3 El Estabilómetro de Hveem, 138
 - D Otros tipos de pruebas, 138
 - D-1 Presión de exudación, 138
 - D-2 Presión de expansión, 139
 - D-3 Valor de cohesímetro, 139
 - IX- 7 Método de diseño de pavimentos flexibles, 140
 - A Método del V.R.S., 141
 - A-1 Aplicación a aeropistas, 141
 - A-2 Aplicación a carreteras, 147
 - B Método de Hveem, 153
 - C Criterios del Instituto Norteamericano del Asfalto, 156
 - D Otros métodos de diseño, 159
 - IX- 8 Estudio de pavimentos existentes con fines de reconstrucción o refuerzo, 160
 - A Procedimientos para la determinación de los espesores de refuerzo de pavimento, a partir de las medidas de reflexión, 165
 - A-1 Método de California. Condición estructural, 166
 - A-2 Método del Instituto Norteamericano del asfalto. Condiciones de la superficie, 168
 - A-3 Método Canadiense para la valuación del estado de las aeropistas en operación, 170
 - B Procedimientos para la determinación de espesores de refuerzo de pavimentos, a partir de la utilización de métodos convencionales de diseño, 173
 - IX- 9 Influencia de los suelos expansivos en los pavimentos flexibles, 173
 - IX-10 Tratamiento de la parte superior de las terracerías de las Vías Férreas, 184
- Anexo IX-A,
Pruebas de placa (McLeod), 185
- IX-A.1 Generalidades, 185
 - IX-A.2 Equipo para la prueba, 186
 - IX-A.3 Procedimiento de prueba, 186
 - IX-A.4 Cálculo y dibujo de gráficas, 186
- Anexo IX-B
Prueba del V.R.S. (método del Cuerpo de Ingenieros de los E.U.A.), 187
- IX-B.1 Generalidades, 187
 - IX-B.2 Equipo, 188
 - IX-B.3 Preparación de probetas remoldeadas, 188
 - IX-B.4 Prueba de penetración, 189
 - IX-B.5 Datos y resultados de la prueba, 189
 - IX-B.6 Procedimiento de preparación de muestras remoldeadas, 190
 - IX-B.7 Procedimiento para preparación de muestras inalteradas, 191
 - IX-B.8 Prueba de campo, 191
- Anexo IX-C
Pruebas de Hveem, 191
- IX-C.1 Introducción, 191
 - IX-C.2 Determinación de la presión de expansión y del valor R de suelos y mezclas de suelos, 191
 - IX-C.3 Determinación del valor de Cohesímetro, 193
- Anexo IX-D
Consideración de la expansión de los suelos en los espesores del diseño, 193
- Anexo IX-E
Problemas resueltos, 195
- IX-E.1 Problema Núm. 1, 195
 - IX-E.2 Problema Núm. 2, 197
 - IX-E.3 Problema Núm. 3, 198
- Referencias, 203
- Capítulo 10 Pavimentos rígidos 205**
- X- 1 Introducción, 205
 - X- 2 Propiedades de la sub-base y suelos de apoyo, 206
 - X- 3 Diseño de pavimentos rígidos, 209
 - X- 4 Juntas, 219
 - X- 5 Tipos de fallas más comunes en los pavimentos rígidos, 221
 - X- 6 Valuación de pavimentos construídos. Refuerzo de pavimentos rígidos, 225
- Anexo X-A, 227
- Problemas resueltos, 227
- Referencias, 230
- Capítulo 11 Obras complementarias de drenaje - estudios geotécnicos para vías terrestres 231**
- XI- 1 Introducción, 231
 - XI- 2 El bombeo, 233
 - XI- 3 Las guarniciones, 234
 - XI- 4 Los bordillos, 235
 - XI- 5 Los lavaderos, 237
 - XI- 6 Las bajadas, 242
 - XI- 7 Las bermas, 243
 - XI- 8 La vegetación, 244
 - XI- 9 Los bordos, 244

| | | |
|--|---|------------|
| XI-10 | Las cunetas, 245 | |
| XI-11 | Las contracunetas, 252 | |
| XI-12 | Los canales interceptores, 256 | |
| XI-13 | Consideraciones geotécnicas en torno al diseño de alcantarillas, 256 | |
| A | Estructuras flexibles, 260 | |
| B | Alcantarillas rígidas, 263 | |
| B-1 | Estudio de cargas muertas, 263 | |
| B-2 | Estudio de cargas vivas, 268 | |
| C | Instalación de alcantarillas en el campo, 269 | |
| C-1 | Terrenos de cimentación no cedentes, 269 | |
| C-2 | Terrenos de cimentación cedentes, 269 | |
| XI-14 | Estudios geotécnicos para Vías Terrestres, 270 | |
| A | Reconocimientos. Zonificación fisiográfica y litológica, 270 | |
| B | Datos de suelos para el cálculo del diagrama de masas, 271 | |
| 1 | Tabla de datos para el cálculo del diagrama de masas, 271 | |
| 2 | Diagrama de préstamos de materiales, 274 | |
| 3 | Croquis del perfil de suelos, 275 | |
| 4 | Croquis de la planta, 275 | |
| 5 | Obras complementarias de drenaje, 275 | |
| XI-15 | Algunas ideas en torno a los mecanismos de la erosión por agua y a los mecanismos de resistencia de los terrenos, 275 | |
| XI-16 | Revestimientos vegetales. Criterios generales, 282 | |
| Anexo XI-A, | 284 | |
| Cuestionario para reconocimiento inicial desde el punto de vista geotécnico, | 284 | |
| Anexo XI-B, | 286 | |
| Formas para presentación de estudios, | 286 | |
| Referencias, | 289 | |
| Capítulo 12 Bancos de materiales | | 291 |
| XII-1 | Introducción, 291 | |
| XII-2 | Localización de bancos, 293 | |
| XII-3 | Exploración y muestreo de bancos, 295 | |
| XII-4 | Materiales encontrados en los bancos, 299 | |
| A | Alteración de las rocas, 299 | |
| B | Tratamientos, 302 | |
| 1 | Eliminación de desperdicios, 302 | |
| 2 | Disgregación, 302 | |
| 3 | Cribado, 302 | |
| 4 | Trituración, 302 | |
| 5 | Lavado, 303 | |
| C | Tipos de bancos, 303 | |
| 1 | Conchuela, 306 | |
| 2 | Escorias de función, 306 | |
| 3 | Desperdicios de minas, 306 | |
| XII-5 | Explotación de bancos, 306 | |
| XII-6 | Alteración de rocas e identificación del grado de alteración, 313 | |
| Anexo XII-A | Prueba del Equivalente de Arena, 316 | |
| XII-A.1 | Objeto, 316 | |
| XII-A.2 | Aparatos, 316 | |
| XII-A.3 | Procedimiento de prueba, 317 | |
| XII-A.4 | Cálculos, 318 | |
| XII-A.5 | Procedimiento para desmontar el aparato, 318 | |
| Referencias, | 318 | |
| Capítulo 13 Instrumentación de campo | | 321 |
| XIII-1 | Introducción, 321 | |
| XIII-2 | Instrumentación en terraplenes construídos sobre suelos blandos, 323 | |
| A | Mediciones de los asentamientos, 323 | |
| A.1 | Nivelaciones superficiales, 323 | |
| A.2 | El Torpedo medidor de asentamientos, 325 | |
| A.3 | Medidores de celda, 326 | |
| A.4 | Elección de los puntos de medición y de su número, 327 | |
| B | Medición de los movimientos laterales del terreno de cimentación, 327 | |
| B.1 | Control superficial, 327 | |
| B.2 | Inclinómetro, 328 | |
| B.3 | Detectores de falla de cinta, 332 | |
| C | Medición del estado de presiones en el agua, 334 | |
| D | Medición de la presión transmitida por los terraplenes al terreno de cimentación, 341 | |
| XIII-3 | Instrumentación de terraplenes para estudios de estabilidad, 343 | |
| A | Controles superficiales, 345 | |
| B | Medición de asentamientos y movimientos verticales, 347 | |
| C | Medición de movimientos horizontales, 348 | |
| D | Medición de presiones en el agua, 353 | |
| XIII-4 | Problemas de instalación, 355 | |
| XIII-5 | Otros problemas de instrumentación de interés en las Vías Terrestres, 357, | |
| A | Presión de tierras y elementos de re- | |

- tención, 357
- B Túneles, 358
- XIII-6 Instrumentación de investigaciones de laboratorio, 361
- Anexo XIII-A Caso práctico, 361
- Referencias, 363
- Capítulo 14 Túneles en suelos 365**
- XIV- 1 Introducción, 365
- XIV- 2 Ideas generales sobre el comportamiento de los túneles, 367
- XIV- 3 Tipos y causas de la presión de tierras y rocas en túneles, 368
- A Presión por aflojamiento, 370
- B Verdadera presión de montaña, 374
- C Presión por expansión, 376
- XIV- 4 Algunas ideas sobre el planteamiento teórico de la valuación de presiones sobre ademes y revestimientos en túneles, 376
- A Análisis Elásticos, 377
- B Análisis Plásticos y Elasto-plásticos, 378
- B-1 Análisis plásticos en materiales cohesivos, 379
- B-2 Análisis plásticos en materiales con cohesión y fricción, 380
- C Posibilidades de aplicación de los análisis basados en la Mecánica del Medio-Continuo, 382
- D Análisis Visco-elásticos, 382
- XIV- 5 Métodos empíricos para el cálculo de presiones en ademes y revestimientos, 382
- A El método de Terzaghi, 383
- A-1 Túneles en roca sana e intacta o en suelos firmes, 384
- A-2 Túneles en roca estratificada, 384
- A-3 Túneles en roca fisurada, 386
- A-4 Túneles en roca triturada, 386
- A-5 Túneles en roca fragmentada, 387
- A-6 Túneles en roca alterada y en arcilla, 389
- B Método de Protodyakonov, 392
- B-1 Materiales granulares, 392
- B-2 Extensión a materiales cohesivos y a materiales con $c \neq 0$ y $\varphi \neq 0$, 393
- C Método de Bierbäumer, 395
- D Otros métodos para valuar las presiones verticales sobre el techo de los túneles, 396
- E Valuación de algunas de las teorías de presión vertical según sus resultados, 397
- F Métodos para la valuación de presiones laterales, 397
- G Métodos de valuación para presión en el piso del túnel, 399
- H Influencia del tiempo en el desarrollo de las presiones, 400
- I Recomendaciones de Hewett y Johannesson para la valuación de presiones en túneles circulares en suelos, 402
- J Método de valuación de presiones utilizado en el diseño del Metro de San Francisco, E.U.A., 404
- K Valuación de presiones en túneles recientes construídos en el Valle de México, 405
- XIV- 6 Algunas consideraciones geológicas en torno al diseño y la construcción de túneles en suelos, 405
- XIV- 7 Comportamiento de ademes de túneles en suelos, 407
- A Estabilidad en el frente de la construcción, 408
- A.1 Túneles en arcilla, 408
- A-2 Túneles en suelos friccionantes, 409
- A-3 Túneles con frentes de ataque en dos o más tipos de suelo, 409
- B Estabilidad y deformaciones en las paredes no ademadas, 409
- B-1 Paredes no ademadas en arcilla, 409
- B-2 Paredes no ademadas en suelos friccionantes, 410
- B-3 Paredes no ademadas en suelos muy duros o en rocas parcialmente alteradas, 411
- C Deformaciones radiales y cargas sobre ademes, 411
- D Distorsión de los ademes, 413
- E Recomendaciones generales para diseño, 414
- F Comentarios en torno a los diferentes tipos de ademado, 415
- F-1 Flexibilidad de los ademes, 415
- F-2 Necesidad de emplear ademes provisionales, 415
- G Permeabilidad de los ademes, 416
- II Efecto de anomalías en la sección recta, 416
- II-1 Presiones en túneles adyacentes o que se cruzan a diferente nivel, 416
- II-2 Presiones en las intersecciones de túneles, 416

| | | |
|--------------------|---|------------|
| H-3 | Distorsiones en túneles adyacentes o que se cruzan a diferentes niveles, 417 | |
| H-4 | Distorsiones en intersecciones de túneles, 417 | |
| H-5 | Ensanchamientos, 417 | |
| XIV- 8 | Asentamientos relacionados con la construcción de túneles en suelos, 418 | |
| A | Pérdidas de suelos, 418 | |
| A-1 | Suelos granulares sin cohesión, 418 | |
| A-2 | Suelos con cohesión y fricción, 419 | |
| A-3 | Arcillas firmes, no expansivas, 419 | |
| A-4 | Arcillas blandas saturadas, 419 | |
| B | Depresión superficial, 420 | |
| B-1 | Suelos granulares sin cohesión, 421 | |
| B-2 | Suelos con cohesión y fricción, 422 | |
| B-3 | Arcillas firmes, no expansivas, 422 | |
| B-4 | Arcillas blandas saturadas, 423 | |
| B-5 | Establecimiento de la forma de la depresión, 424 | |
| B-6 | Control de asentamientos, 424 | |
| B-6.a | Túneles en arcilla, 424 | |
| B-6.b | Túneles en arena, 425 | |
| B-7 | Resumen de secuelas de cálculo, 425 | |
| B-7.a | Túneles en arcilla, 425 | |
| B-7.b | Túneles en arena, 425 | |
| B-8 | Algunas mediciones de depresiones superficiales en túneles del Metro de la Ciudad de México, 426 | |
| XIV- 9 | Algunos aspectos del método de construcción con escudo, 427 | |
| XIV-10 | Empleo de aire comprimido en excavación de túneles, 434 | |
| Anexo XIV-A | Problema, 437 | |
| | Referencias, 441 | |
| Capítulo 15 | Temas especiales | 443 |
| XV-1 | Introducción, 443 | |
| XV-2 | Tema I. La acción de la helada en los suelos, 443 | |
| T-1.1 | Generalidades, 443 | |
| T-1.2 | Efecto de la helada, 444 | |
| T-1.3 | Clasificación de los suelos de acuerdo con su susceptibilidad a la congelación, 445 | |
| T-1.4 | Índice de congelación, 446 | |
| T-1.5 | Efectos de la congelación en pavimentos, 446 | |
| A | Recomendaciones de diseño en aeropistas, 447 | |
| B | Recomendaciones de diseño en carreteras, 449 | |
| XV-3 | Tema II. Socavación, 449 | |
| XV-4 | Tema III. Vibroflotación, 455 | |
| XV-5 | Tema IV. Uso de sistemas de precarga para mejorar el comportamiento de suelos blandos bajo terraplenes, 458 | |
| T-4.1 | Definiciones y generalidades, 458 | |
| T-4.2 | Influencia de las características del perfil y las propiedades del terreno de cimentación, 459 | |
| T-4.3 | Algunas normas para el proyecto de precargas, 461 | |
| A | Control del asentamiento primario, 461 | |
| B | Control del asentamiento secundario, 464 | |
| XV-6 | Tema V. Suelos colapsables, 467 | |
| T-5.1 | Introducción, 467 | |
| T-5.2 | Causas del fenómeno, 468 | |
| T-5.3 | Identificación y utilización de suelos colapsables, 470 | |
| XV-7 | Tema VI. Anclajes en suelos, 472 | |
| T-6.1 | Introducción, 472 | |
| T-6.2 | Secuelas para el cálculo de anclaje, 473 | |
| T-6.3 | Resistencia de anclajes. Pruebas de campo, 477 | |
| Anexo XV-A | Problema resuelto, 481 | |
| Anexo XV-B | Problema resuelto, 484 | |
| Anexo XV-C | Problema resuelto, 487 | |
| | Referencias, 488 | |
| Capítulo 16 | Estabilización de suelos | 493 |
| XVI-1 | Introducción, 493 | |
| XVI-2 | Algunas ideas en torno a identificación de suelos con fines de estabilización, 496 | |
| XVI-3 | Estabilización mecánica, 497 | |
| XVI-4 | Estabilización de suelos con cemento, 505 | |
| A | La resistencia a la compresión simple, 510 | |
| B | Otras propiedades, 517 | |
| C | Los métodos constructivos, 520 | |
| D | Diseño de espesores, 527 | |
| XVI-5 | Estabilización de suelos con cal, 528 | |
| A | Plasticidad, 531 | |
| B | Resistencia, 531 | |
| C | Otras propiedades, 532 | |
| D | Procedimientos constructivos, 533 | |
| E | Diseño de espesores, 533 | |
| XVI-6 | Estabilización con asfalto, 534 | |
| A | Peso volumétrico seco, 538 | |
| B | Resistencia, 539 | |
| C | Valor relativo de soporte, 540 | |

- D Estabilidad ante el agua, 540
 - E Métodos constructivos, 542
 - F Diseño de espesores, 544
 - XVI-7 Otros métodos de estabilización, 544
 - 1 Estabilizantes químicos, 544
 - A Acido fosfórico y fosfatos, 545
 - B Cloruro de sodio, 545
 - C Sulfatos de calcio (yeso) y cloruro de calcio, 545
 - D Hidróxido de sodio (sosa cáustica), 545
 - E Sales de aluminio, 546
 - F Resinas y polímeros, 546
 - 2 Estabilizantes físicos, 547
 - A Estabilización térmica por calentamiento, 547
 - B Estabilización térmica por enfriamiento, 547
 - XVI-8 Algunas ideas sobre el comportamiento de capas estabilizadas en pavimentos, 548
 - Anexo XVI- A Problemas de estabilización de suelos, 541
 - XVI-A.1 Estabilización de suelos. Mezcla de 3 suelos, 548
 - XVI-A.2 Estabilización de suelos. Adición de cal, 555
 - Referencias, 558
- Capítulo 17 Control de calidad.** 561
- XVII-1 Introducción.
 - XVII-2 Fundamentos de los métodos estadísticos de control de calidad, 566
 - XVII-3 Muestreo con fines de establecer un programa estadístico de control, 571
 - XVII-4 Métodos estadísticos de control de calidad, 582
 - A Métodos basados en el uso de gráficas de control, 582
 - A-1. Gráficas de control, 582
 - A-1.1 Gráficas de control de medias (\bar{x}), 583
 - A-1.2 Gráficas de control de amplitud (R), 585
 - A-1.3 Gráficas de control de desviaciones estándar (σ), 587
 - A-2 Comentarios en torno al uso de las gráficas de control, 589
 - B Métodos basados en estimación estadística, 589
 - B-1. Métodos para la estimación de la media de una población, 589
 - B-1.1 La desviación estándar de la población original es conocida, 590
 - B-1.2 La desviación estándar de la población original es desconocida, 591
 - B-2. Pruebas de hipótesis para la media de una población, 594
 - B-2.1 Pruebas de hipótesis para el caso en que la desviación estándar de la población original (σ') es conocida, 594
 - B-2.2 Pruebas de hipótesis para el caso en que la desviación estándar de la población original (σ') sea conocida, 598
 - B-3. Métodos para la estimación de la desviación estándar de una población, 600
 - B-4. Pruebas de hipótesis para la desviación estándar de una población, 601
 - B-5 Comparación de dos medias, 603
 - B-5.1 Comparación de dos medias que son conocidas, 603
 - B-5.2 Comparación de dos medias que no son conocidas, pero se sabe o se supone que son iguales, 605
 - B-5.3 Comparación de dos medias que no se conocen y no se sabe si son iguales o diferentes, 605
 - C Uso de los métodos estadísticos de control, 606
 - XVII-5 Algunos comentarios adicionales en torno al control de la compactación, 608
 - A Control de compactación con base en el peso volumétrico, 609
 - A-1 Control tradicional con grado de compactación, 609
 - A-2 Control con grado de compactación y uso de curvas típicas, 614
 - B Métodos rápidos para determinación del peso volumétrico, 617
 - B-1 El método de Hilf, 617
 - B-2 El uso de penetrómetro, 620
 - C Métodos rápidos para la determinación del contenido de agua, 623
 - C-1 El método de Hilf, 623
 - C-2 El método volumétrico, 624
 - C-3 El método del alcohol, 625
 - 1 Método basado en los cambios de densidad del alcohol, 625
 - 2 Método basado en la combustión del alcohol, 627
 - C-4 Métodos de secado intensivo, 628
 - C-5 Método basado en la medición de la presión de gases de carburo de calcio, 629
 - Anexo XVII-A Problema resuelto, 633
 - Referencias, 637
 - Índice alfabético, 641