

Contenido

Prefacio xv

1	Propiedades geotécnicas del suelo	1
	1.1	Introducción 1
	1.2	Distribución granulométrica 2
	1.3	Límites del tamaño para suelos 5
	1.4	Relaciones peso-volumen 5
	1.5	Densidad relativa 10
	1.6	Límites de Atterberg 15
	1.7	Índice de liquidez 16
	1.8	Actividad 17
	1.9	Sistemas de clasificación de suelos 17
	1.10	Permeabilidad hidráulica del suelo 25
	1.11	Filtración en régimen establecido 28
	1.12	Esfuerzo efectivo 30
	1.13	Consolidación 32
	1.14	Cálculo del asentamiento por consolidación primario 37
	1.15	Rapidez de consolidación 38
	1.16	Grado de consolidación ante carga de rampa 44
	1.17	Resistencia al corte 47
	1.18	Prueba de compresión simple 52
	1.19	Comentarios sobre el ángulo de fricción, ϕ' 54
	1.20	Correlaciones para la resistencia cortante no drenada, C_u 57
	1.21	Sensitividad 57
		Problemas 58
		Referencias 62

2 Depósitos naturales de suelo y exploración del subsuelo 64

2.1 Introducción 64

Depósitos naturales de suelo 64

2.2 Origen del suelo 64

2.3 Suelo residual 66

2.4 Suelo transportado por gravedad 67

2.5 Depósitos aluviales 68

2.6 Depósitos lacustres 70

2.7 Depósitos glaciares 70

2.8 Depósitos eólicos de suelos 71

2.9 Suelo orgánico 73

2.10 Algunos nombres locales para suelos 73

Exploración subsuperficial 74

2.11 Propósito de la exploración subsuperficial 74

2.12 Programa de exploración subsuperficial 74

2.13 Perforaciones exploratorias en el campo 77

2.14 Procedimientos para muestreo del suelo 81

2.15 Muestreo con media caña 81

2.16 Muestreo con cucharón escarador 89

2.17 Muestreo con tubo de pared delgada 90

2.18 Muestreo con muestreador de pistón 92

2.19 Observación de los niveles de agua freática 92

2.20 Prueba de corte con veleta 94

2.21 Prueba de penetración del cono 98

2.22 Prueba del presurímetro (PMT) 107

2.23 Prueba del dilatómetro 110

2.24 Extracción de núcleos de roca 113

2.25 Preparación de los registros de perforación 117

2.26 Exploración geofísica 118

2.27 Reporte de la exploración del subsuelo 126

Problemas 126

Referencias 130

3 Cimentaciones superficiales: capacidad de carga última 133

3.1 Introducción 133

3.2 Concepto general 133

3.3 Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi 136

3.4 Factor de seguridad 140

- 3.5 Modificación de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freático 142
- 3.6 Ecuación general de la capacidad de carga 143
- 3.7 Estudios de casos sobre la capacidad de carga última 148
- 3.8 Efecto de la compresibilidad del suelo 153
- 3.9 Cimentaciones cargadas excéntricamente 157
- 3.10 Capacidad de carga última ante carga excéntrica—excentricidad en un sentido 159
- 3.11 Capacidad de carga—excentricidad en dos sentidos 165
- 3.12 Capacidad de carga de una cimentación continua sometida a carga excéntrica inclinada 173
- Problemas 177
- Referencias 179

4

Capacidad de carga última de cimentaciones superficiales: casos especiales 181

- 4.1 Introducción 181
- 4.2 Cimentación soportada por un suelo con base rígida a poca profundidad 181
- 4.3 Capacidad de carga de suelos estratificados: suelo más fuerte sobre suelo más débil 190
- 4.4 Capacidad de carga de un suelo estratificado: suelo más débil sobre un suelo más fuerte 198
- 4.5 Cimentaciones espaciadas estrechamente—Efecto sobre la capacidad de carga última 200
- 4.6 Capacidad de carga de cimentaciones sobre la parte superior de un talud 203
- 4.7 Capacidad de carga sísmica de una cimentación en el borde de un talud de suelo granular 209
- 4.8 Capacidad de carga de cimentaciones sobre un talud 210
- 4.9 Cimentaciones sobre roca 212
- 4.10 Capacidad de levantamiento de cimentaciones 213
- Problemas 219
- Referencias 221

5

Cimentaciones superficiales: capacidad de carga y asentamiento permisibles 223

- 5.1 Introducción 223

Incremento del esfuerzo vertical en una masa de suelo causado por carga de la cimentación 224

- 5.2 Esfuerzo debido a una carga concentrada 224
- 5.3 Esfuerzo debido a un área circularmente cargada 224

- 5.4 Esfuerzo debajo de un área rectangular 226
- 5.5 Incremento promedio del esfuerzo vertical debido a un área rectangularmente cargada 232
- 5.6 Incremento del esfuerzo bajo un terraplén 236
- 5.7 Solución de Westergaard para el esfuerzo vertical debido a una carga puntual 240
- 5.8 Distribución del esfuerzo para material de Westergaard 241

Asentamiento elástico 243

- 5.9 Asentamiento elástico de cimentaciones sobre arcilla saturada ($\mu_s = 0.5$) 243
- 5.10 Asentamiento basado en la teoría de la elasticidad 245
- 5.11 Ecuación mejorada para el asentamiento elástico 254
- 5.12 Asentamiento de suelo arenoso: uso del factor de influencia de la deformación unitaria 258
- 5.13 Asentamiento de una cimentación sobre arena basado en la resistencia a la penetración estándar 263
- 5.14 Asentamiento en suelo granular basado en la prueba del presúrimetro (PMT) 267

Asentamiento por consolidación 273

- 5.15 Relaciones del asentamiento por consolidación primaria 273
- 5.16 Efecto tridimensional sobre el asentamiento por consolidación primaria 274
- 5.17 Asentamiento debido a la consolidación secundaria 278
- 5.18 Prueba de carga en campo 280
- 5.19 Capacidad de carga presupuesta 282
- 5.20 Asentamientos tolerables de edificios 283

Problemas 285

Referencias 288

6

Losas de cimentación 291

- 6.1 Introducción 291
- 6.2 Zapatas corridas 291
- 6.3 Tipos comunes de losas de cimentación 294
- 6.4 Capacidad de carga de losas de cimentación 296
- 6.5 Asentamientos diferenciales de losas de cimentación 299
- 6.6 Observaciones del asentamiento en campo de losas de cimentación 300
- 6.7 Cimentación compensada 300
- 6.8 Diseño estructural de losas de cimentación 304

Problemas 322

Referencias 323

Presión lateral de tierra 324

- 7.1 Introducción 324
- 7.2 Presión lateral en reposo de tierra 325

Presión activa 328

- 7.3 Presión activa de tierra de Rankine 328
- 7.4 Caso generalizado para la presión activa de Rankine 334
- 7.5 Presión activa de tierra de Coulomb 340
- 7.6 Presión lateral de tierra debida a una sobrecarga 348
- 7.7 Presión activa de tierra para condiciones sísmicas 350
- 7.8 Presión activa por rotación del muro con respecto a su parte superior:
Corte apuntalado 355
- 7.9 Presión activa de tierra por traslación del muro de retención:
Relleno granular 357

Presión pasiva 360

- 7.10 Presión pasiva de tierra de Rankine 360
 - 7.11 Presión pasiva de tierra de Rankine: Cara posterior vertical y relleno
inclinado 363
 - 7.12 Presión pasiva de tierra de Coulomb 365
 - 7.13 Comentarios sobre la suposición de la superficie de falla para los cálculos
de la presión de Coulomb 366
 - 7.14 Presión pasiva en condiciones sísmicas 370
- Problemas 371
- Referencias 373

Muros de retención 375

- 8.1 Introducción 375

Muros de gravedad y en voladizo 377

- 8.2 Dimensionamiento de muros de retención 377
- 8.3 Aplicación de las teorías de la presión lateral de tierra al diseño 378
- 8.4 Estabilidad de muros de retención 380
- 8.5 Revisión por volcamiento 382
- 8.6 Revisión por deslizamiento a lo largo de la base 384
- 8.7 Revisión por falla por capacidad de carga 387
- 8.8 Juntas de construcción y drenaje del relleno 396
- 8.9 Diseño de muros de retención de gravedad por condición sísmica 399
- 8.10 Comentarios sobre el diseño de muros de retención y estudio
de un caso 402

Muros de retención estabilizados mecánicamente 405

- 8.11 Refuerzo del suelo 405**
- 8.12 Consideraciones en el refuerzo de suelo 406**
- 8.13 Consideraciones generales de diseño 409**
- 8.14 Muros de retención con refuerzo de tiras metálicas 410**
- 8.15 Procedimiento de diseño paso a paso utilizando un refuerzo de tiras metálicas 417**
- 8.16 Muros de retención con refuerzo geotextil 422**
- 8.17 Muros de retención con refuerzo de geomallas: generalidades 428**
- 8.18 Procedimiento de diseño para un muro de retención reforzado con geomallas 428**
- Problemas 433**
- Referencias 435**

9

Muros de tablestacas 437

- 9.1 Introducción 437**
- 9.2 Métodos de construcción 441**
- 9.3 Muros de tablestacas en voladizo 442**
- 9.4 Tablestacas en voladizo que penetran suelos arenosos 442**
- 9.5 Casos especiales de muros en voladizo que penetran un suelo arenoso 449**
- 9.6 Tablestacas en voladizo que penetran arcilla 452**
- 9.7 Casos especiales para muros en voladizo que penetran arena 457**
- 9.8 Muros de tablestacas ancladas 460**
- 9.9 Método de apoyo simple en tierra para penetración en suelo arenoso 461**
- 9.10 Gráficas de diseño para el método de apoyo simple en tierra (penetración en suelo arenoso) 465**
- 9.11 Reducción del momento para muros de tablestacas ancladas 469**
- 9.12 Método computacional del diagrama de presión para penetración en suelo arenoso 472**
- 9.13 Método de apoyo empotrado en tierra para penetración en suelo arenoso 476**
- 9.14 Observaciones de campo para muros de tablestacas ancladas 479**
- 9.15 Método de apoyo simple en tierra para penetración en arcilla 482**
- 9.16 Anclas 486**
- 9.17 Capacidad de retención de placas de anclaje en arena 488**
- 9.18 Capacidad de retención de placas de anclaje en arcilla (condición $\phi = 0$) 495**
- 9.19 Resistencia última de tirantes 495**
- Problemas 497**
- Referencias 500**

10

Cortes apuntalados 501

- 10.1 Introducción 501
- 10.2 Envolvente de presión para el diseño de cortes apuntalados 502
- 10.3 Envolvente de presión para cortes en suelo estratificado 506
- 10.4 Diseño de varios componentes de un corte apuntalado 507
- 10.5 Estudios de casos de cortes apuntalados 515
- 10.6 Levantamiento del fondo de un corte en arcilla 520
- 10.7 Estabilidad del fondo de un corte en arena 524
- 10.8 Cedencia lateral de tablestacas y asentamiento del terreno 529

Problemas 531

Referencias 533

11

Cimentaciones con pilotes 535

- 11.1 Introducción 535
- 11.2 Tipos de pilotes y sus características estructurales 537
- 11.3 Estimación de la longitud del pilote 546
- 11.4 Instalación de pilotes 548
- 11.5 Mecanismos de transferencia de carga 551
- 11.6 Ecuaciones para estimar la capacidad de un pilote 554
- 11.7 Método de Meyerhof para estimar Q_p 557
- 11.8 Método de Vesic para estimar Q_p 560
- 11.9 Método de Coyle y Castello para estimar Q_p en arena 563
- 11.10 Correlaciones para calcular Q_p con resultados SPT y CPT 567
- 11.11 Resistencia por fricción (Q_s) en arena 568
- 11.12 Resistencia por fricción (superficial) en arcilla 575
- 11.13 Capacidad de carga de punta de pilotes sobre roca 579
- 11.14 Pruebas de carga en pilotes 583
- 11.15 Asentamiento elástico de pilotes 588
- 11.16 Pilotes cargados lateralmente 591
- 11.17 Fórmulas para el hincado de pilotes 606
- 11.18 Capacidad de pilotes para pilotes hincados por vibración 611
- 11.19 Fricción superficial negativa 613

Grupos de pilotes 617

- 11.20 Eficiencia de grupo 617
- 11.21 Capacidad última de grupos de pilotes en arcilla saturada 621
- 11.22 Asentamiento elástico de grupo de pilotes 624
- 11.23 Asentamiento por consolidación de grupo de pilotes 626
- 11.24 Pilotes en roca 629

Problemas 629

Referencias 634

12

- Cimentaciones con pilas perforadas 637**
 - 12.1 Introducción 637
 - 12.2 Tipos de pilas perforadas 638
 - 12.3 Procedimientos de construcción 639
 - 12.4 Otras consideraciones de diseño 645
 - 12.5 Mecanismo de transferencia de carga 646
 - 12.6 Estimación de la capacidad de soporte de carga 646
 - 12.7 Pilas perforadas en suelo granular: capacidad de soporte de carga 648
 - 12.8 Capacidad de soporte de carga basada en el asentamiento 652
 - 12.9 Pilas perforadas en arcilla: capacidad de soporte de carga 661
 - 12.10 Capacidad de soporte de carga con base en el asentamiento 663
 - 12.11 Asentamiento de pilas perforadas ante carga de trabajo 668
 - 12.12 Capacidad de soporte de carga lateral: método de la carga y del momento característicos 670
 - 12.13 Pilas perforadas prolongadas hasta la roca 679
- Problemas 681
- Referencias 685

13

- Cimentaciones en suelos difíciles 686**
 - 13.1 Introducción 686
 - Suelo colapsable 686*
 - 13.2 Definición y tipos de suelos colapsables 686
 - 13.3 Parámetros físicos para la identificación de suelos colapsables 687
 - 13.4 Procedimiento para calcular el asentamiento de colapso 691
 - 13.5 Diseño de cimentaciones en suelos no susceptibles a humedecerse 692
 - 13.6 Diseño de cimentaciones en suelos susceptibles a humedecerse 694
 - Suelos expansivos 695*
 - 13.7 Naturaleza general de los suelos expansivos 695
 - 13.8 Prueba de expansión simple 699
 - 13.9 Prueba de presión de expansión 700
 - 13.10 Clasificación de suelos expansivos con base en pruebas índice 705
 - 13.11 Consideraciones de cimentación para suelos expansivos 708
 - 13.12 Construcción sobre suelos expansivos 711
 - Rellenos sanitarios 716*
 - 13.13 Naturaleza general de los rellenos sanitarios 716
 - 13.14 Asentamiento de rellenos sanitarios 717
- Problemas 719
- Referencias 720

Mejoramiento del suelo y modificación del terreno	722
14.1	Introducción 722
14.2	Principios generales de compactación 723
14.3	Compactación en campo 727
14.4	Control de la compactación para barreras hidráulicas de arcilla 730
14.5	Vibroflotación 732
14.6	Voladura 739
14.7	Precompresión 739
14.8	Drenes de arena 745
14.9	Drenes prefabricados verticales 756
14.10	Estabilización con cal 760
14.11	Estabilización con cemento 764
14.12	Estabilización con ceniza muy fina 766
14.13	Columnas de roca 767
14.14	Pilotes de compactación de arena 772
14.15	Compactación dinámica 774
14.16	Lechadeado a chorro 776
Problemas	778
Referencias	781

Respuestas a problemas seleccionados	783
---	------------

Índice	789
---------------	------------