

contenido

1.	Introducción	21
1.1	<i>Objetivos del libro, 21</i>	
1.2	<i>Planeación de obras bajo la superficie, 22</i>	
1.3	<i>Posición del contratista, 24</i>	
1.4	<i>Información disponible, 24</i>	
1.5	<i>Método de presentación, 25</i>	
2.	Información general disponible	27
2.1	<i>Mapas topográficos, 27</i>	
2.2	<i>Mapas geológicos, 28</i>	
2.3	<i>Mapas de suelos, 28</i>	
2.4	<i>Mapas de terrenos de relleno e inapropiados, 28</i>	
2.5	<i>Mapas orográficos, 28</i>	
2.6	<i>Mapas de hundimientos, 29</i>	
2.7	<i>Mapas de inundaciones, 29</i>	
2.8	<i>Mapas de profundidades de congelación, 29</i>	
2.9	<i>Fotografías aéreas, 30</i>	
2.10	<i>Datos sobre construcciones adyacentes, 31</i>	
3.	Información disponible acerca del subsuelo	33
3.1	<i>Investigaciones realizadas por dependencias federales y estatales, 33</i>	
3.2	<i>Estructuras existentes, 34</i>	
3.3	<i>Otros contratistas, 34</i>	
3.4	<i>Ingenieros con experiencia previa en la zona, 34</i>	
3.5	<i>Departamentos de construcción, 35</i>	
3.6	<i>Dependencias de Recursos Hidráulicos, 35</i>	
3.7	<i>Lista de verificación, 35</i>	

4.	Exploración del subsuelo	39
4.1	<i>Examen de la superficie, 39</i>	
4.2	<i>Fotografías aéreas, 39</i>	
4.3	<i>Sondeos, 40</i>	
4.4	<i>Excavaciones, 40</i>	
4.5	<i>Pozos de prueba, 40</i>	
4.6	<i>Perforaciones, 40</i>	
4.7	<i>Métodos geofísicos, 49</i>	
4.8	<i>Examen geológico, 50</i>	
4.9	<i>Mar adentro, 50</i>	
5.	Muestreo del subsuelo	53
5.1	<i>Muestreo de suelos, 53</i>	
5.2	<i>Muestreo de rocas, 65</i>	
6.	Exploración geofísica	67
	Por Henry Maxwell y Noel M. Ravneberg	
6.1	<i>Generalidades, 67</i>	
6.2	<i>Ventajas, 68</i>	
6.3	<i>Métodos que tienen mayor uso, 68</i>	
6.4	<i>Resistividad eléctrica, 68</i>	
6.5	<i>Refracción sísmica, 71</i>	
6.6	<i>Aplicaciones generales, 74</i>	
6.7	<i>Arabilidad de las rocas, 78</i>	
6.8	<i>Costos, 80</i>	
7.	Características de suelos y rocas	81
7.1	<i>Lechos rocosos, 81</i>	
7.2	<i>Formaciones sedimentarias, 81</i>	
7.3	<i>Rocas metamórficas, 82</i>	
7.4	<i>Suelos, 82</i>	
7.5	<i>Arena, 83</i>	
7.6	<i>Limo, 84</i>	
7.7	<i>Arcilla, 86</i>	
7.8	<i>Mezclas de arena, limo y arcilla, 87</i>	
7.9	<i>Lodo, 87</i>	
7.10	<i>Turba, 87</i>	
7.11	<i>Adobe, 88</i>	
7.12	<i>Caliche, 88</i>	
7.13	<i>Otros compuestos químicos, 88</i>	
7.14	<i>Suelos sensibles al agua, 89</i>	
7.15	<i>Suelos expansivos, 89</i>	
7.16	<i>Suelos sensibles a las heladas, 90</i>	
7.17	<i>Suelos sensibles a las vibraciones, 90</i>	

- 7.18 *Arena y limo depositados por el viento*, 90
- 7.19 *Suelos lateríticos*, 91
- 7.20 *Depresiones calcáreas*, 91
- 7.21 *Tepetate*, 92
- 7.22 *Vertederos*, 92
- 7.23 *Resumen*, 93
- 8. Análisis de muestras de suelos** 95
- 8.1 *Clasificación de suelos*, 95
- 8.2 *Contenido de humedad*, 98
- 8.3 *Densidad en seco*, 99
- 8.4 *Índice plástico*, 100
- 8.5 *Resistencia*, 100
- 8.6 *Consolidación*, 106
- 8.7 *Prueba de compresión no confinada*, 107
- 8.8 *Permeabilidad*, 108
- 8.9 *Compactación*, 110
- 8.10 *Análisis químicos*, 112
- 8.11 *Pruebas de expansión*, 112
- 8.12 *Pruebas de rocas*, 113
- 8.13 *Resumen*, 116
- 9. Informes de suelos** 117
- 9.1 *Tipos de informes*, 117
- 9.2 *Contenido habitual de los informes*, 118
- 9.3 *Registro de perforaciones*, 118
- 9.4 *Clasificación de suelos*, 121
- 9.5 *Nivel freático*, 121
- 9.6 *Recomendaciones*, 122
- 9.7 *Planeación de la construcción*, 124
- 9.8 *Limitaciones y responsabilidades profesionales*, 124
- 9.9 *Resumen*, 125
- 10. Pruebas de campo** 127
- 10.1 *Pruebas de capacidad de carga*, 127
- 10.2 *Pruebas de corte directo con veleta o molinete*, 129
- 10.3 *Pruebas de penetración*, 130
- 10.4 *Medidos de presiones de Menard*, 132
- 10.5 *Barrenas de percusión de aire*, 132
- 10.6 *Penetrómetro de bolsillo*, 132
- 10.7 *Pruebas de capacidad de carga en pilotes*, 133
- 10.8 *Densidad en seco*, 134
- 10.9 *Pruebas de permeabilidad*, 134
- 10.10 *Resistencia eléctrica*, 136
- 10.11 *Mediciones del nivel freático*, 139

10.12 Mediciones de las deformaciones geológicas, 141

10.13 Resumen, 142

11. Excavaciones 143

11.1 Estabilidad de taludes, 143

11.2 Protección del fondo, 149

11.3 Selección de equipos, 152

11.4 Desagüe, 154

11.5 Excavaciones en rocas, 155

11.6 Resumen, 156

12. Apuntalamientos y arriostramientos 157

12.1 Pilotes laminados, 158

12.2 Tablestacas, 161

12.3 Recubrimientos, 162

12.4 Arriostramientos, 163

12.5 Anclajes, 164

12.6 Puntales de erección libre, 168

12.7 Presiones geológicas, 169

12.8 Zanja de lechada, 171

12.9 Muros permanentes, 173

12.10 Excavaciones de zanjas, 173

12.11 Resumen, 176

13. Rellenos 177

13.1 Selección del material, 178

13.2 Rellenos detrás de muros, 178

13.3 Rellenos para grandes alcantarillas, 181

13.4 Rellenos en zanjas de líneas de servicios públicos, 181

13.5 Tuberías sumergidas, 185

13.6 Resumen, 186

14. Cimentaciones 187

14.1 Zapatas aisladas, 187

14.2 Zapatas en terrenos inclinados, 189

14.3 Cajones acampanados, 191

14.4 Zapatas corridas, 192

14.5 Losas de cimentación, 192

14.6 Cimentaciones planas, 193

14.7 Cargas temporales, 194

14.8 Cimientos de suelos compactados, 194

14.9 Tolerancias, 195

14.10 Secado o saturación, 196

14.11 Excavaciones excesivas, 197

- 14.12 *Cargas excéntricas*, 198
 14.13 *Zapatas inclinadas*, 199
 14.14 *Cimentaciones en suelos expansivos*, 200
 14.15 *Cimentaciones Franki*, 200
 14.16 *Cimentaciones en suelos corrosivos*, 201
 14.17 *Resumen*, 203
- 15. Asentamientos** 205
- 15.1 *Generalidades*, 205
 15.2 *Asentamientos calculados*, 205
 15.3 *Asentamientos medidos*, 208
 15.4 *Asentamientos durante la construcción*, 208
 15.5 *Asentamientos admisibles*, 209
 15.6 *Métodos de ajuste de asentamientos*, 210
 15.7 *Métodos de preconsolidación*, 211
 15.8 *Corrección*, 212
 15.9 *Asentamientos de otros tipos de cimentaciones*, 213
 15.10 *Resumen*, 217
- 16. Cimentaciones en pilotes** 219
- 16.1 *Documentos que comprende el contrato*, 219
 16.2 *Bases para la presentación de cotizaciones de piloteado*, 221
 16.3 *Estimación de la capacidad de carga de los pilotes*, 222
 16.4 *Pilotes de prueba y pruebas de carga de pilotes*, 224
 16.5 *Verificación de los valores de carga y las longitudes estimadas de los pilotes*, 225
 16.6 *Equipos y martinets para pilotes*, 227
 16.7 *Hincado de pilotes*, 231
 16.8 *Levantamientos del terreno y desplazamientos*, 232
 16.9 *Preexcavaciones y compactación mediante chiflonado*, 234
 16.10 *Rehincado y martilleo de pilotes*, 236
 16.11 *Fricción negativa en pilotes*, 237
 16.12 *Resistencia al levantamiento*, 238
 16.13 *Pilotes con franqueo superior limitado*, 238
 16.14 *Resistencia lateral de los pilotes*, 240
 16.15 *Resumen*, 241
- 17. Pilotes de madera** 243
- 17.1 *Obtención, tolerancias e inspección*, 243
 17.2 *Almacenamiento y roturas*, 245
 17.3 *Pilotes de madera tratados*, 245
 17.4 *Limitaciones de hincado*, 246
 17.5 *Pilotes de madera de revestimiento*, 249
 17.6 *Hincado por el tope*, 250
 17.7 *Pilotes compuestos*, 250

14 **Contenido**

17.8 *Resumen, 251*

18. **Pilotes de acero** 253

18.1 *Pilotes de vigas H, 253*

18.2 *Pilotes tubulares, 259*

18.3 *Resumen, 273*

19. **Pilotes de concreto colados in situ** 275

19.1 *Introducción, 275*

19.2 *Pilotes hincados con mandril, 276*

19.3 *Pilotes monotubulares, 283*

19.4 *Refuerzos en pilotes de concreto colados in situ, 285*

19.5 *Colado del concreto en pilotes colados in situ, 286*

19.6 *Pilotes colados in situ, sin molde, 287*

19.7 *Resumen, 293*

20. **Pilotes de concreto precolados y preesforzados** 295

20.1 *Introducción, 295*

20.2 *Colado y curado, 295*

20.3 *Manejo, 296*

20.4 *Hincado y compactación por chiflonado, 296*

20.5 *Pilotes cilíndricos preesforzados, 298*

20.6 *Resumen, 298*

21. **Cimentaciones de cajones** 301

21.1 *Introducción, 301*

21.2 *Cajones acampanados, 306*

21.3 *Cajones apoyados en la roca, 313*

21.4 *Desagüe de cajones, 316*

21.5 *Acero de refuerzo en cajones, 316*

21.6 *Colado del concreto en los cajones, 318*

21.7 *Cajones perforados (empotrados en rocas), 320*

21.8 *Resumen, 324*

22. **Nivelación del terreno** 327

22.1 *Preparación y preapisonado del terreno, 327*

22.2 *Cortes y rellenos, 329*

22.3 *Drenaje del terreno, 332*

22.4 *Resumen, 332*

23. **Compactación de suelos** 335

23.1 *Objetivos, 335*

- 23.2 *Mecánica de la compactación, 336*
- 23.3 *Energía de compactación, 340*
- 23.4 *Selección de tierra de relleno, 341*
- 23.5 *Especificaciones, 342*
- 23.6 *Suelos problemáticos, 344*
- 23.7 *Equipos para efectuar rellenos, 345*
- 23.8 *Compactación del suelo existente in situ, 349*
- 23.9 *Rellenos sobre suelos blandos, 357*
- 23.10 *Protección contra los elementos climatológicos, 359*
- 23.11 *Cantos rodados, 360*
- 23.12 *Inspecciones y pruebas, 361*
- 23.13 *Resumen, 365*

24. Losas para pisos 367

- 24.1 *Losas a nivel, 367*
- 24.2 *Losas a la altura de vagones de ferrocarril, 372*
- 24.3 *Losas en estructuras apoyadas en pilotes, 373*
- 24.4 *Edificios sobre antiguos basureros, 375*
- 24.5 *Resumen, 375*

25. Deslizamientos de tierras 377

- 25.1 *Tipos, 377*
- 25.2 *Investigación, 383*
- 25.3 *Estabilización de tierras en que puede haber deslizamientos, 386*
- 25.4 *Deslizamientos activos, 389*
- 25.5 *Resumen, 390*

26. Estructuras de contención 391

- 26.1 *Tipos, 391*
- 26.2 *Estructuras de contención, 391*
- 26.3 *Drenajes, 395*
- 26.4 *Sujeción a otras estructuras, 397*
- 26.5 *Cimentaciones, 397*
- 26.6 *Resumen, 398*

27. Recalces 399

- 27.1 *Introducción, 399*
- 27.2 *Obligaciones que establecen los documentos del contrato, 400*
- 27.3 *Recalce de pozos continuos, 401*
- 27.4 *Recalce de columnas, 404*
- 27.5 *Recalce de dinteles y pilares, 405*

16 **Contenido**

- 27.6 *Recalce con pilotes, 405*
- 27.7 *Sistemas especiales de recalce, 407*
- 27.8 *Pilotes inclinados, 409*
- 27.9 *Métodos de transferencia de cargas, 409*
- 27.10 *Inspección, 411*
- 27.11 *Resumen, 412*

28. **Recubrimientos y membranas** **413**

- 28.1 *Usos, 413*
- 28.2 *Recubrimientos de suelos, 413*
- 28.3 *Recubrimientos de concreto, 414*
- 28.4 *Membranas y recubrimientos comerciales, 416*
- 28.5 *Recubrimientos protectores permeables, 417*
- 28.6 *Desagües inferiores, 418*
- 28.7 *Reventones, 420*
- 28.8 *Mantenimiento, 420*
- 28.9 *Resumen, 421*

29. **Daños potenciales** **423**

- 29.1 *Generalidades, 423*
- 29.2 *Excavaciones, 424*
- 29.3 *Métodos para descubrir daños, 426*
- 29.4 *Adiciones a edificios existentes, 427*
- 29.5 *Desagüe del terreno durante la construcción, 428*
- 29.6 *Hincado de cimentaciones de pilotes, 429*
- 29.7 *Fuerza de choque y vibraciones, 430*
- 29.8 *Daños después de la construcción, 433*
- 29.9 *Resumen, 434*

30. **Aplicación de lechada e inyecciones de productos químicos** **435**

- 30.1 *Aplicaciones generales, 435*
- 30.2 *Lechadas de cemento, 435*
- 30.3 *Inyecciones de desplazamiento, de cemento y tierra, 437*
- 30.4 *Compactación planeada, 439*
- 30.5 *Inyección de productos químicos, 440*
- 30.6 *Estabilización de suelos para bases de pavimentación, 442*

31. **Aspectos legales de las operaciones de construcción** **443**

- 31.1 *Generalidades, 443*
- 31.2 *Información disponible, 443*
- 31.3 *Condiciones imprevistas, 444*

32. **Especificaciones de construcción** **447**

- 32.1 *Objetivos, 447*
- 32.2 *Trasmisión de información, 448*
- 32.3 *Deficiencias de las especificaciones, 450*
- 32.4 *Conflictos o requerimientos imposibles, 450*
- 32.5 *Resumen, 451*

Referencias Bibliográficas

Lista de ilustraciones

Índice temático