



Sección	Página
(a) Generalidades .....	62
(b) Definiciones .....	62
(c) Consideraciones sobre el máximo aguacero probable .....	62
(d) Diagramas de precipitaciones generalizadas .....	62
46. Determinación del escurrimiento producido por las precipitaciones .....	66
(a) Generalidades .....	66
(b) Análisis de los datos de la precipitación observada .....	67
(c) Estimación del escurrimiento directo con los datos de los suelos y de la vegetación que los cubre .....	71
47. Teoría del hidrograma unitario .....	74
48. Análisis con el hidrograma .....	74
49. Determinación del hidrograma unitario para zonas no aforadas .....	75
50. Análisis del hidrograma triangular .....	77
51. Determinación del tiempo de concentración .....	77
52. Aplicación de los hidrogramas triangulares .....	77
53. Método de calcular la avenida de proyecto .....	77
(a) Datos de la cuenca .....	77
(b) Concepto sobre la magnitud .....	77
(c) Cálculo de avenidas de proyecto al este del meridiano 105° .....	78
(d) Cálculo de las avenidas de proyecto al oeste del meridiano 105° .....	78
54. Cálculos de la curva de frecuencia .....	92

### C. BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA

55. Bibliografía .....	94
------------------------	----

## Capítulo 3. Selección del Tipo de Presa

### A. CLASIFICACION DE TIPOS

56. Generalidades .....	97
57. Clasificación según el uso .....	97
58. Clasificación según su proyecto hidráulico .....	97
59. Clasificación según los materiales .....	98
60. Presas de tierra .....	98
61. Presas de enrocamiento .....	100
62. Presas de concreto del tipo de gravedad .....	100
63. Presas de concreto del tipo de arco .....	100
64. Presas de concreto del tipo de contrafuertes .....	101
65. Otros tipos de presas .....	101

## B. FACTORES FISICOS QUE GOBIERNAN LA SELECCION DEL TIPO

Sección	Página
66. Generalidades .....	102
67. Topografía .....	102
68. Las condiciones geológicas y la cimentación .....	102
69. Materiales disponibles .....	103
70. Tamaño y situación del vertedor de demasías .....	103
71. Temblores .....	104

### C. ASPECTOS LEGALES, ECONOMICOS Y ESTETICOS

72. Restricciones legales .....	104
73. Objeto y relación costo-beneficio .....	104
74. Apariencia .....	105

## Capítulo 4. Cimentaciones y Materiales de Construcción

### A. OBJETO DE LAS INVESTIGACIONES

75. Generalidades .....	107
76. Cimentaciones .....	107
77. Suelos para presas de tierra .....	109
78. El enrocamiento y los terraplenes de roca .....	111
79. Agregados para concreto .....	112

### B. FUENTES DE INFORMACION

80. Planos topográficos .....	114
81. Mapas geológicos .....	116
82. Mapas de suelos agrícolas .....	117
83. Fotografías aéreas .....	122

### C. CLASIFICACION DE LOS SUELOS

84. Generalidades .....	125
85. Componentes de los suelos .....	126
(a) Tamaño .....	126
(b) Granulometría .....	126
(c) Forma .....	128
86. Agua de los suelos .....	128
87. Propiedades de los componentes de los suelos .....	129
(a) Grava y arena .....	129
(b) Limo y arcilla .....	130
(c) Materia orgánica .....	131
88. El sistema unificado de clasificación de suelos .....	131

Sección	Página
(a) Generalidades .....	131
(b) Clasificación de campo .....	132
(c) Clasificación de laboratorio .....	132
89. Características técnicas de los grupos de suelos .....	133
(a) Generalidades .....	133
(b) Permeabilidad .....	134
(c) Compresibilidad .....	134
(d) Resistencia al corte .....	135

**D. CLASIFICACION DE LAS ROCAS**

90. Rocas y minerales .....	136
(a) Definición y tipos .....	136
(b) Identificación de los minerales ..	136
(c) Minerales comunes que forman las rocas .....	137
91. Rocas ígneas .....	137
(a) Generalidades .....	137
(b) Clasificación de las rocas ígneas ..	138
(c) Detalles estructurales principales de las rocas ígneas .....	140
92. Rocas sedimentarias .....	140
(a) Generalidades .....	140
(b) Clasificación de las rocas sedimentarias .....	141
(c) Detalles estructurales principales de las rocas sedimentarias ..	142
93. Las rocas metamórficas .....	143
(a) Generalidades .....	143
(b) Clasificación de las rocas metamórficas comunes .....	143
94. Propiedades técnicas de las rocas ..	144

**E. EXPLORACIONES EN LA SUPERFICIE**

95. Generalidades .....	145
96. Suelos fluviales .....	146
(a) Definición .....	146
(b) Arrastres torrenciales .....	146
(c) Depósitos de llanuras de inundación .....	146
(d) Estratos de los lagos .....	148
97. Depósitos glaciales .....	148
(a) Definición .....	148
(b) Depósitos de las morrenas .....	148
(c) Deslaves glaciales .....	148
98. Depósitos eólicos .....	150
99. Suelos residuales .....	150

**F. METODOS DE EXPLORACION SUBTERRANEA**

100. Pozos de prueba, zanjas y túneles ..	153
(a) Generalidades .....	153

Sección	Página
(b) Pozos de prueba .....	153
(c) Zanjas .....	154
(d) Túneles .....	155
101. Sondeos con barrenas .....	155
102. Perforadoras giratorias .....	156
103. Barrenos para pruebas de penetración estándar .....	160
104. Métodos geofísicos .....	162

**G. MUESTREO**

105. Generalidades .....	162
106. Muestras alteradas .....	163
(a) Muestreo de excavaciones abiertas .....	163
(b) Muestreo por medio de barrenos ..	165
(c) Muestreo de montones .....	165
(d) Muestreo del enrocamiento .....	165
(e) Muestreo de agregados para concreto .....	166
107. Muestras relativamente inalteradas ..	167
(a) Muestras para determinar la penetración .....	167
(b) Muestras cortadas a mano .....	167
(c) Corazones de roca .....	171

**H. REGISTRO DE LAS EXPLORACIONES**

108. Identificación de los barrenos .....	172
109. Formas para registros .....	172
110. Descripción de los suelos .....	174
111. Descripción de los corazones de roca ..	179

**I. PRUEBAS DE CAMPO Y DE LABORATORIO**

112. Generalidades .....	179
113. Pruebas de campo para determinar la permeabilidad .....	180
(a) Generalidades .....	180
(b) Pruebas con tubos verticales ..	180
(c) Pruebas con empaques .....	181
114. Pruebas para determinar la densidad en el lugar .....	182
(a) Midiendo el volumen con arena ..	182
(b) Método para los suelos secos exentos de grava .....	183
115. Pruebas de laboratorio de los suelos ..	184
(a) Granulometría .....	184
(b) Humedad .....	184
(c) Límites de Atterberg .....	186
(d) Peso específico .....	187
(e) Compactación de Proctor .....	187
(f) Densidad relativa .....	187

<i>Sección</i>	<i>Página</i>	<i>Sección</i>	<i>Página</i>
116. Pruebas de laboratorio de los materiales para enrocamiento y para agregados para concreto .....	189	(i) Drenes de talón y zanjas de drenaje .....	209
(a) Peso específico y absorción ....	189	(j) Pozos de drenaje .....	210
(b) Abrasión .....	189	127. Proyectos para las cimentaciones de arena y de grava .....	212
(c) Resistencia al intemperismo ...	189	(a) Generalidades .....	212
<b>J. BIBLIOGRAFIA</b>			
117. Bibliografía .....	190	(b) Caso 1 cimentación permeable de poca profundidad .....	212
<b>Capítulo 5. Presas de Tierra</b>			
<b>A. INTRODUCCION</b>			
118. Origen y evolución .....	191	(c) Caso 1 cimentación permeable de profundidad intermedia ...	213
119. Extensión de la discusión .....	191	(d) Caso 1 cimentación permeable de gran profundidad .....	215
120. Selección del tipo de presa de tierra	192	(e) Caso 2 de cimentación permeable	215
(a) Generalidades .....	192	128. Métodos de tratamiento de las cimentaciones de limo y de arcilla .....	216
(b) Presas del tipo de diafragma ..	193	(a) Generalidades .....	216
(c) Presas de material homogéneo .	194	(b) Cimentaciones saturadas .....	216
(d) Presas de tierra de sección compuesta .....	195	(c) Cimentaciones relativamente secas .....	218
<b>B. PRINCIPIOS EN QUE SE BASA EL PROYECTO</b>			
121. Datos para el proyecto .....	196	129. Proyecto de cimentaciones de limo y de arcilla .....	220
122. Bases para el proyecto .....	196	(a) Cimentaciones saturadas .....	220
<b>C. PROYECTO DE LA CIMENTACION</b>			
123. Generalidades .....	196	(b) Cimentaciones relativamente secas .....	221
124. Cimentaciones de roca .....	197	<b>D. TERRAPLENES</b>	
125. Características de las cimentaciones de arena y grava .....	198	130. Consideraciones fundamentales ....	223
(a) Generalidades .....	198	131. La presión intersticial .....	225
(b) Magnitud de las filtraciones subterráneas .....	199	132. Filtraciones a través de los terraplenes	226
(c) Fuerzas de filtración .....	200	133. Análisis de estabilidad .....	227
126. Métodos de tratamiento de las cimentaciones de grava y de arena .....	202	134. Proyecto de terraplenes .....	229
(a) Generalidades .....	202	(a) Utilización de los materiales de la excavación para estructuras ..	229
(b) Dentellones de tierra .....	202	(b) Taludes de los terraplenes ....	230
(c) Dentellones parciales .....	203	(c) Tipo de diafragma .....	230
(d) Dentellones de tablestacas de acero .....	203	(d) Tipo homogéneo .....	232
(e) Dentellones hechos en el lugar con mezclas de cemento .....	204	(e) Terraplenes de sección compuesta	232
(f) Inyecciones .....	204	<b>E. DETALLES DEL TERRAPLEN</b>	
(g) Colchones del lado de aguas arriba .....	205	135. Proyecto de la corona .....	235
(h) Filtros y colchones horizontales de drenaje .....	206	136. El bordo libre .....	236
		137. Protección del paramento de aguas arriba .....	238
		(a) Generalidades .....	238
		(b) Selección del tipo de protección	238
		(c) Enrocamiento colocado al volteo	239
		(d) Enrocamiento acomodado a mano .....	241
		(e) Revestimiento de concreto ....	241
		(f) Enfajinados .....	242
		138. Protección del talud de aguas abajo	243
		139. Drenaje superficial .....	243
		140. Taludes tendidos en las laderas ....	244

**F. EJEMPLOS DE PROYECTOS DE PRESAS DE TIERRA PEQUEÑAS**

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
141. Generalidades .....	244
142. Secciones máximas .....	245
(a) Vaso Altus — Dique Norte ...	245
(b) Presa Anita .....	245
(c) Dique Big Sandy .....	245
(d) Dique del Vaso de Carpintería ..	245
(e) Presa No. 3 de Carter Lake ..	248
(f) Presa Crane Prairie .....	248
(g) Presa Crescent Lake .....	248
(h) Presa Dickinson .....	248
(i) Presa Dry Falls .....	248
(j) Presa Fruitgrowers .....	248
(k) Presa Howard Prairie .....	248
(l) Diques del Lion Lake .....	251
(m) Presa Lovewell .....	251
(n) Diques del Marys Lake .....	251
(o) Presa de Midview .....	251
(p) Presa Olympus .....	251
(q) Presa Picacho Norte .....	252
(r) Presa Picacho Sur .....	252
(s) Diques Pishkun .....	252
(t) Vaso regulador de San Jacinto ..	253
(u) Presa de la Montaña Shadow ..	253
(v) Dique del Lago Soda .....	253
(w) Presa Stubblefield .....	253
(x) Dique Tiber .....	253
(y) Presa Wasco .....	254

**G. BIBLIOGRAFIA**

143. Bibliografía .....	256
-------------------------	-----

**Capítulo 6. Presas de Enrocamiento**

**A. GENERALIDADES**

144. Origen y uso .....	257
145. Definición .....	257
146. Requisitos de la cimentación .....	257

**B. PROYECTO DE LA CIMENTACION**

147. Dentellón .....	258
----------------------	-----

**C. PROYECTO DEL TERRAPLEN**

148. Selección de los materiales de roca ..	258
149. Sección de la presa .....	258
150. Zona de enrocamiento .....	260

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
151. Preparación del paramento de aguas arriba .....	261

**D. PROYECTO DEL PARAMENTO DE AGUAS ARRIBA**

152. De concreto reforzado .....	261
153. De concreto asfáltico .....	261
154. De acero .....	261
155. De tablonces de madera .....	261

**E. BIBLIOGRAFIA**

156. Bibliografía .....	262
-------------------------	-----

**Capítulo 7. Presas de Concreto del Tipo de Gravedad**

**A. INTRODUCCION**

157. Origen y evolución .....	263
158. Extensión de la discusión .....	263

**B. FUERZAS QUE OBRAN SOBRE LA PRESA**

159. Generalidades .....	265
160. La presión hidráulica .....	265
(a) Externa .....	265
(b) Presión interna o subpresión ..	266
161. Presión del azolve .....	267
162. Presión producida por el hielo .....	267
163. Terremotos .....	268
(a) Generalidades .....	268
(b) Terremotos oscilatorios .....	269
(c) Terremotos trepidatorios .....	270
164. Peso de la estructura .....	270
165. Reacción del cimientto .....	270

**C. REQUISITOS DE ESTABILIDAD**

166. Generalidades .....	271
167. El vuelco .....	271
168. Deslizamiento .....	271
169. Esfuerzos excesivos .....	272

**D. PRESAS SOBRE CIMENTACIONES PERMEABLES**

170. Generalidades .....	272
171. Zampeados .....	273
172. Dentellones .....	273
173. Filtros y drenes .....	273
174. Subpresión y filtraciones .....	274

## E. DETALLES DE DISTRIBUCION Y PROYECTO

Sección	Página
175. Generalidades .....	276
176. Secciones que no son vertedoras .....	276
177. Secciones vertedoras .....	277

## F. BIBLIOGRAFIA

178. Bibliografía .....	277
-------------------------	-----

## Capítulo 8. Vertedores de Demasías

### A. GENERALIDADES

179. Función .....	279
180. Selección de la avenida de proyecto .	279
(a) Consideraciones generales .....	279
(b) Hidrogramas de la avenida de proyecto .....	281
181. Relación del almacenamiento de sobrecarga a la capacidad del vertedor	281
182. Estudios de variación de niveles .....	282
183. Selección del tamaño y tipo del vertedor de demasías .....	284
(a) Consideraciones generales .....	284
(b) Combinación de vertedores de servicio y vertedores auxiliares .	286
(c) Vertedores de emergencia .....	286

### B. DESCRIPCION DE LOS VERTEDORES DE SERVICIO

184. Selección del proyecto del vertedor ..	287
185. Partes que constituyen un vertedor .	288
(a) La estructura de control .....	288
(b) Canal de descarga .....	290
(c) Estructura terminal .....	291
(d) Canales de llegada y de descarga	291
186. Tipos de vertedores de demasías ..	292
(a) Generalidades .....	292
(b) Vertedores de descarga libre (de caída recta) .....	292
(c) Vertedores de cimacio .....	293
(d) Vertedores con canales laterales	294
(e) Vertedores con canal de descarga	294
(f) Vertedores de conducto y de túnel	296
(g) Vertedores de demasías de pozo o embudo .....	296
(h) Vertedores de demasías de alcantarilla .....	297
(i) Vertedores de demasías de sifón	299
187. Controles de las crestas .....	300
(a) Generalidades .....	300
(b) Compuertas de plumas y vigas .	301

Sección	Página
(c) Compuertas levadizas rectangulares .....	301
(d) Compuertas radiales .....	302

## C. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL

188. Sección transversal de las crestas de cimacio sin controles. ....	302
189. Descarga sobre una cresta de cimacio sin controles .....	303
(a) Generalidades .....	303
(b) Efecto que producen las pilas y los estribos .....	303
190. Coeficiente de descarga para crestas de cimacio sin control .....	303
(a) Efecto de la profundidad de la llegada .....	303
(b) Efecto de las cargas diferentes a la de proyecto .....	306
(c) Efecto del talud del paramento de aguas arriba .....	307
(d) Efecto de la interferencia del lavadero de aguas abajo y de la su- mergencia .....	308
191. Ejemplos de proyecto de vertedores de cimacio sin controles .....	309
(a) Ejemplo 1 .....	309
(b) Ejemplo 2 .....	312
192. Vertedores de cimacio sin control proyectados para cargas menores que la máxima .....	312
193. Crestas de cimacio controladas por compuertas .....	313
194. Descarga por vertedores de cimacio controlados por compuertas .....	314
195. Vertedores laterales .....	314
(a) Generalidades .....	314
(b) Ejemplo de proyecto .....	317

## D. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE LOS CANALES DE DESCARGA SIN SECCIONES DE CONTROL

196. Generalidades .....	319
197. Canales abiertos .....	320
(a) Perfil .....	320
(b) Convergencia y divergencia ....	321
(c) Bordo libre del canal .....	321

## E. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE LAS ESTRUCTURAS TERMINALES

198. Trampolines .....	321
199. Estanques para resalto hidráulico ..	322

Sección	Página
(a) Generalidades .....	322
(b) Proyecto del estanque en relación con el número de Froude ....	324
(c) Características de los estanques rectangulares comparadas con las de los estanques trapezoidales ..	327
(d) Los tirantes en el estanque amortiguador en relación con las cargas hidráulicas .....	327
(e) Consideraciones respecto al agua de descarga .....	330
(f) Bordo libre del estanque amortiguador .....	331
200. Disipadores de trampolín sumergido	331
201. Ejemplos de proyectos de un estanque amortiguador y de un trampolín ahogado de disipación como alternativa .....	333
202. Estanques amortiguadores del tipo de impacto .....	335
203. Estanques de inmersión .....	337

**F. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE LOS VERTEDORES DE DEMASIAS**

204. Vertedores de caída libre .....	337
(a) Generalidades .....	337
(b) Estanque para resalto hidráulico	338
(c) Estanques del tipo de bloques de impacto .....	338
(d) Disipador de rejilla .....	338
(e) Ejemplo de proyecto de un vertedor de caída libre .....	340
205. Vertedores de pozo (o de bocina) ..	341
(a) Características generales .....	341
(b) Descarga de la cresta .....	341
(c) Secciones de las crestas .....	343
(d) Proyecto de la transición ....	344
(e) Proyecto del conducto .....	350
(f) Ejemplo de proyecto .....	351
206. Vertedores de alcantarilla .....	356
(a) Generalidades .....	356
(b) Conducto circular con muro de cabeza vertical .....	358
(c) Alcantarillas de cajón con muros de entrada verticales o alabeados .....	360
(d) Presiones en el conducto .....	361
(e) Dispositivos para impedir la formación de vórtices .....	362
(f) Disipadores de energía .....	362
(g) Ejemplos de proyecto .....	363
207. Vertedores de sifón .....	363

**G. DETALLES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL**

Sección	Página
208. Generalidades .....	365
209. Estructuras de las crestas y muros	367
210. Revestimiento de los canales abiertos	368
211. Diferentes detalles .....	371
(a) Dentellones .....	371
(b) Rellenos .....	372
(c) Enrocamiento .....	372

**H. BIBLIOGRAFIA**

212. Bibliografía .....	372
-------------------------	-----

**Capítulo 9. Obras de Toma**

**A. GENERALIDADES**

213. Funciones de las obras de toma ...	375
214. Determinación de las capacidades necesarias .....	377
215. Posición de las obras de toma en relación con los niveles del agua en el vaso .....	380
216. Condiciones que determinan la forma del proyecto de la obra de toma ....	381
217. Disposición de las obras de toma ....	383
218. Situación de los controles de las obras de toma .....	384
(a) Generalidades .....	384
(b) Control en el extremo de aguas arriba del conducto .....	385
(c) Control situado en un punto intermedio a lo largo del conducto	385

**B. COMPONENTES DE LAS OBRAS DE TOMA**

219. Generalidades .....	386
220. Obras de conducción .....	387
(a) Canales abiertos .....	387
(b) Túneles .....	387
(c) Conductos enterrados .....	388
221. Los controles .....	388
(a) Dispositivos de control .....	388
(b) Disposición de los controles ...	389
(c) Pozos de control y de acceso ..	389
(d) Casas de control .....	390
222. Estructuras de toma .....	390
223. Estructuras terminales y de disipación	391
224. Canales de entrada y de salida ....	392

**C. PROYECTO HIDRAULICO**

225. Naturaleza de la circulación del agua en las obras de toma .....	392
---	-----

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
226. Circulación libre en las obras de toma	392
227. Circulación forzada en los conductos de las obras de toma .....	393
228. Pérdidas en la circulación del agua en conductos forzados .....	396
(a) Generalidades .....	396
(b) Pérdidas por rozamientos .....	396
(c) Pérdidas en las rejillas para barreras .....	396
(d) Pérdidas a la entrada .....	397
(e) Pérdidas en las curvas .....	397
(f) Pérdidas en las transiciones .....	397
(g) Pérdidas en compuertas y válvulas .....	399
(h) Pérdidas a la salida .....	399
229. Formas de las transiciones .....	399
(a) Entradas .....	399
(b) Contracciones y dilataciones ..	400
(c) Transiciones de las salidas .....	400
230. Estructuras terminales .....	401
(a) Generalidades .....	401
(b) Estanques de inmersión .....	401
(c) Pozos amortiguadores .....	401
231. Diagrama para determinar las dimensiones de los conductos .....	402
232. Ejemplos de proyectos .....	404
(a) Ejemplo 1 .....	406
(b) Ejemplo 2 .....	407

#### **D. DETALLES ESTRUCTURALES DEL PROYECTO**

233. Generalidades .....	409
234. Detalles de los túneles .....	410
235. Detalles de los conductos enterrados	411
(a) Generalidades .....	411
(b) Dentellones de collar .....	412
(c) Juntas de los conductos .....	413
(d) Cargas de proyecto .....	414
236. Detalles de estructuras típicas .....	415

#### **E. BIBLIOGRAFIA**

237. Bibliografía .....	415
-------------------------	-----

### **Capítulo 10. Derivación de las Corrientes Durante la Construcción de las Presas**

#### **A. REQUISITOS DE LAS DERIVACIONES**

238. Generalidades .....	425
239. Características de la corriente .....	425
240. Selección de la avenida derivable ..	425

### **B. METODOS DE DERIVACION**

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
241. Generalidades .....	426
242. Túneles .....	428
243. Los conductos .....	429
244. Canal provisional de derivación. En las presas de tierra .....	430
245. Derivación por etapas en las presas de concreto .....	431
246. Ataguías .....	433

#### **C. REQUISITOS QUE SE DEBEN ESTIPULAR EN LAS ESPECIFICACIONES**

247. Responsabilidades del contratista ..	435
248. Responsabilidades del proyectista ..	436

#### **D. BIBLIOGRAFIA**

249. Bibliografía .....	437
-------------------------	-----

### **Capítulo 11. Mantenimiento y Operación**

#### **A. GENERALIDADES**

250. Inspecciones y programa de observaciones .....	439
251. Mantenimiento e instrucciones de operación .....	439

#### **B. INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE LAS PRESAS**

252. De las presas de tierra .....	439
(a) Información general .....	439
(b) Inspección de terraplenes y cimentaciones .....	439
(c) Reporte de acontecimientos anormales .....	440
253. Presas y estructuras de concreto ...	440
(a) Información general .....	440
(b) Inspección de las estructuras de concreto .....	440
(c) Inspección de cauces y de las áreas vecinas .....	441
254. Equipo mecánico .....	441

#### **C. OPERACION**

255. Presas de almacenamiento .....	441
256. Presas de derivación .....	442
257. Vasos reguladores de avenidas .....	442
258. Cambios en el plan de operación ..	442
259. Coordinación de usos múltiples .....	442

**Apéndice A. Determinación del Escurrimiento con los Datos de Suelos y de la vegetación**

Sección	Página
A- 1. Introducción .....	445
A- 2. Grupos de suelos hidrológicos ....	445
(a) Objeto .....	445
(b) Determinación de los grupos de suelos hidrológicos .....	445
(c) Tipos hidrológicos de suelos ..	445
A- 3. Clases de usos y tratamientos del suelo .....	455
(a) Objeto .....	455
(b) Rotación de cultivos .....	455
(c) Praderas naturales y pastizales ..	455
(d) Lotes de bosque .....	456
(e) Bosque comercial .....	457
(f) Tipos varios de terrenos ....	457
(g) Cultivos en hileras rectas ....	457
(h) Cultivos por líneas de nivel ..	457
(i) Terrazas .....	457
A- 4. Combinaciones hidrológicas de suelo-vegetación .....	458
(a) Objeto .....	458
(b) Tabla A-2 .....	458
(c) Procedimiento del servicio forestal .....	458
(d) Determinación de los números de las curvas para áreas de diferentes clases .....	458
A- 5. Determinación del escurrimiento directo de la precipitación .....	459
(a) Generalidades .....	459
(b) Ecuación del escurrimiento ..	459
(c) Significado de S .....	460
(d) Significado de $I_a$ .....	460
(e) Sistema con que se numeran las curvas .....	460
(f) Antecedentes .....	461

**Apéndice B. Cálculos Hidráulicos**

**A. FORMULAS HIDRAULICAS**

B- 1. Lista de símbolos y factores de conversión .....	463
B- 2. Circulación del agua en los canales abiertos .....	465
(a) Energía y carga .....	465
(b) Régimen crítico .....	468
(c) La fórmula de Manning ....	471
(d) El teorema de Bernoulli ....	471
(e) Gradientes hidráulico y de energía .....	472
(f) Nomograma para la determinación aproximada de las pérdidas por rozamiento en los canales de descarga .....	473

Sección	Página
B- 3. Circulación en conductos cerrados .	474
(a) Circulación en conductos parcialmente llenos .....	474
(b) Conductos con circulación a presión .....	478
(c) Gradientes de energía y de presión .....	478
(d) Pérdidas debidas a rozamientos ..	478
(e) Nomogramas para determinar el gasto en las alcantarillas ..	479
B- 4. Resalto hidráulico .....	479

**B. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE LOS CANALES NATURALES**

B- 5. Generalidades .....	481
B- 6. Recolección de datos .....	481
(a) Registros de aforos .....	481
(b) Mapas topográficos y fotografías aéreas .....	481
(c) Levantamientos topográficos .	484
(d) Determinación de los valores de $n$ .....	488
B- 7. Método para calcular el gasto de las corrientes por medio de la sección y pendiente .....	488
B- 8. Construcción de las curvas de aforo ..	492
(a) Método aproximado .....	492
(b) Método del perfil de la superficie del agua .....	492
B- 9. El gasto crítico .....	495

**C. BIBLIOGRAFIA**

B-10. Bibliografía .....	496
--------------------------	-----

**Apéndice C. Datos para el Proyecto Estructural**

C- 1. Introducción .....	497
C- 2. Empuje de los rellenos de tierra en los muros de sostenimiento .....	497
C- 3. Resistencias permitidas bajo las zapatas de las estructuras .....	497
C- 4. Conductos de tubo de concreto precolados .....	497
(a) Generalidades .....	497
(b) Proyecto de los tubos de concreto precolados .....	497
C- 5. Conductos de concreto colados en el lugar .....	500
C- 6. Bibliografía .....	505

## Apéndice D. Nomenclatura de la Mecánica de Suelos

Sección	Página
D- 1. Introducción .....	507
D- 2. Definiciones, símbolos y unidades .	507

## Apéndice E. Construcción de Terraplenes

E- 1. Generalidades .....	527
E- 2. Control por medio de la mecánica de suelos .....	529
E- 3. Preparación de las cimentaciones	530
E- 4. Terraplenes .....	532
E- 5. Método rápido para el control de la compactación .....	534
E- 6. Terraplenes permeables .....	540
E- 7. Terraplenes de roca y enrocamiento	542
E- 8. Terraplenes de varios materiales ..	543
E- 9. Registros e informes .....	543
E-10. Sistemas de control .....	543
E-11. Bibliografía .....	546

## Apéndice F. El Concreto en la Construcción

### A. EL CONCRETO Y SUS MATERIALES

F- 1. Propiedades importantes del concreto .....	547
F- 2. Manejabilidad .....	547
F- 3. Durabilidad .....	547
(a) Resistencia al intemperismo ..	547
(b) Resistencia a la destrucción química .....	548
F- 4. Efecto del curado sobre la resistencia .....	549
F- 5. Efecto de la inclusión de aire en las propiedades del concreto .....	550
F- 6. Tipos de cemento portland .....	550
E- 7. Falso fraguado del cemento .....	552
F- 8. El uso de las puzolanas .....	552
F- 9. Calidad y granulometría de los agregados .....	552
F-10. Calidad del agua para la mezcla y para el curado .....	553
F-11. El uso de los aditivos .....	553
F-12. Control en el campo .....	555

### B. PROYECTO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO

F-13. Introducción .....	555
F-14. Determinación del agua necesaria	555

Sección	Página
F-15. Determinación de la cantidad de cemento .....	556
F-16. Determinación de la cantidad necesaria de aire incluido .....	556
F-17. Determinación de la cantidad de agregados .....	557
F-18. Cálculo de las proporciones .....	557
F-19. Alternativa del método de cálculo de las proporciones .....	558
F-20. Peso de los materiales para las revolturas en el campo .....	558
F-21. Ajuste de la mezcla de prueba ...	559
F-22. El agente inclusor de aire .....	560
F-23. Revolturas para obras pequeñas ..	561

### C. FABRICACION, COLADO, CURADO E INSPECCION DEL CONCRETO

F-24. Producción y control de agregados	561
F-25. Métodos para la dosificación e instalaciones en las plantas mezcladoras	562
F-26. Producción de concreto de calidad	563
F-27. Preparaciones preliminares al colado	563
F-28. Transporte .....	563
F-29. Colado .....	564
F-30. Curado .....	565

### D. BIBLIOGRAFIA

F-31. Bibliografía .....	566
--------------------------	-----

## Apéndice G. Modelo de Especificaciones

G- 1. Introducción .....	567
--------------------------	-----

### A. EXCAVACION

G- 2. Desmonte .....	567
G- 3. Clasificación de la excavación ...	568
(a) Excavación en roca .....	568
(b) Excavación común .....	568
G- 4. Clasificación de la excavación (alternativa) .....	568
(a) Excavación en roca .....	568
(b) Excavación común .....	569
G- 5. Definiciones de materiales .....	569
(a) Roca .....	569
(b) Material común .....	569
(c) Caliza terrosa .....	569
(d) Esquisto arcilloso .....	569
(e) Toba ....	569
(f) Componentes de los suelos ...	569
(g) Otros materiales .....	569

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
G- 6. Excavaciones a cielo abierto, en general .....	569
(a) Generalidades .....	569
(b) Las cimentaciones de las estructuras .....	570
(c) Materiales excavados .....	571
(d) Medida y pago .....	572
G- 7. Excavaciones para los cabezales para inyecciones .....	573
G- 8. Barrenación en contorno para la excavación en roca .....	573
G- 9. Excavación para la cimentación de los terraplenes de las presas (presas de tierra) .....	574
G-10. Excavaciones a cielo abierto para estructuras de concreto .....	574
G-11. Excavación en túneles y lumbreras .....	574
G-12. Soportes permanentes en el túnel y en la lumbrera .....	575
(a) Generalidades .....	575
(b) Soportes permanentes de acero estructural .....	575
(c) Pernos de expansión para soporte del techo .....	576
(d) Malla de eslabones de acero para los pernos de expansión de los techos de los túneles ....	577
G-13. Entibamiento provisional de madera en el túnel y en la lumbrera ..	577
G-14. Desagüe, alumbrado y ventilación del túnel y de la lumbrera ..	578
G-15. Protección de las excavaciones terminadas para la estructura .....	578
(a) Generalidades .....	578
(b) Recubrimiento protector rociado .....	578
(c) Recubrimiento de protección de concreto .....	579
(d) Medida y pago .....	579
G-16. Bancos de materiales .....	579
(a) Generalidades .....	579
(b) Materiales para terraplenes ..	580
(c) Humedad y drenaje .....	580
(d) Despalme y desperdicio ....	580
(e) Clasificación .....	581
(f) Medida y pago .....	581
G-17. Depósitos de roca (roca proporcionada por el contratista) .....	581
(a) Calidad .....	581
(b) Granulometrías .....	582
(c) Muestreo y pruebas .....	582
G-18. Banco de piedra (suministrado por la autoridad contratante) .....	582
G-19. Desperdicio de los materiales excavados .....	582

**B. TERRAPLENES**

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
G-20. Construcción de terraplenes, generalidades .....	583
G-21. Construcción de terraplenes .....	584
(a) Generalidades .....	584
(b) Preparación de las cimentaciones .....	584
(c) Materiales .....	584
(d) Control de la humedad .....	584
(e) Colocación .....	584
(f) Compactadores de rodillos ..	585
(g) Compactación .....	585
(h) Medida y pago .....	586
G-22. Terraplén especialmente compactado .....	586
G-23. Arena, grava y cantos rodados en el terraplén de la presa .....	586
G-24. Diferentes materiales empleados en el terraplén de la presa .....	587
G-25. Porciones de roca en el terraplén de la presa .....	587
G-26. Enrocamiento .....	588
G-27. Cama para el enrocamiento .....	588
G-28. Rellenos .....	588
G-29. Compactación de relleno .....	589
(a) Generalidades .....	589
(b) Compactación de materiales impermeables .....	589
(c) Compactación de materiales sin cohesión que drenan fácilmente ..	589
(d) Costo .....	590
G-30. Filtros .....	590

**C. INYECCIONES**

G-31. Requisitos para las inyecciones...	590
G-32. Perforación de los barrenos para las inyecciones .....	591
G-33. Tuberías para las inyecciones de cimentaciones y juntas .....	592
G-34. Circuitos de tuberías y conexiones para las inyecciones .....	593
G-35. Inyecciones a presión .....	593

**D. ESPECIFICACIONES PARA EL CONCRETO**

G-36. Introducción .....	596
(a) Generalidades .....	596
(b) Concreto mezclado .....	596
1. Especificaciones del concreto para obras pequeñas	
G-37. Fuente .....	596
G-38. Los materiales .....	596

Sección	Página	Sección	Página
(a) Cemento .....	596	(a) Suministro de refuerzo .....	604
(b) Agua .....	596	(b) Colocación del refuerzo .....	604
(c) Arena y agregado grueso .....	596	G-56. Tolerancias en las construcciones de concreto .....	604
(d) Inclusor de aire .....	596	G-57. Preparaciones para el colado .....	604
(e) Varillas (y telas metálicas) de refuerzo .....	596	(a) Generalidades .....	604
(f) Compuesto para el curado del concreto .....	597	(b) Superficies de las cimenta- ciones .....	604
G-39. Dosificación .....	597	(c) Superficies de construcción y juntas de contracción .....	606
G-40. Dosificación y mezcla .....	597	G-58. Colado .....	606
G-41. Moldes, preparaciones para el colado y colado .....	597	(a) Acarreo .....	606
G-42. Protección y curado .....	597	(b) Colado .....	606
G-43. Refuerzo .....	597	(c) Consolidación .....	607
<i>2. Especificaciones para el concreto de las grandes obras</i>		G-59. Acabados y forma de hacerlos .....	607
G-44. Fuente .....	598	(a) Generalidades .....	607
G-45. Composición .....	598	(b) Superficies moldeadas .....	607
(a) Generalidades .....	598	(c) Superficies sin moldear .....	608
(b) Tamaño máximo del agregado .....	598	G-60. Reparación del concreto .....	608
(c) Proporciones de la mezcla .....	598	G-61. Protección .....	609
(d) Consistencia .....	598	G-62. Curado .....	610
(e) Las pruebas .....	598	(a) Generalidades .....	610
G-46. El cemento .....	599	(b) Curado con agua .....	610
(a) Generalidades .....	599	(c) Curado con membranas .....	610
(b) Inspección .....	599	<b>E. TRABAJOS VARIOS</b>	
G-47. Aditivos .....	599	G-63. Derivación y cuidado del río durante la construcción y la extracción del agua de las cimentaciones .....	611
(a) Acelerador .....	599	(a) Generalidades .....	611
(b) Inclusores de aire .....	599	(b) Plan para la derivación y cui- dado del río durante la cons- trucción .....	611
G-48. El agua .....	599	(c) Extracción del agua de las ci- mentaciones .....	611
G-49. La arena .....	599	(d) Costo .....	612
(a) Generalidades .....	599	G-64. Cortinas de concreto o de suelo-ce- mento .....	612
(b) Calidad .....	600	G-65. Dentellones de madera .....	612
(c) Granulometría .....	600	(a) Generalidades .....	612
G-50. Agregado grueso .....	600	(b) Materiales .....	612
(a) Generalidades .....	600	(c) Construcción .....	613
(b) Calidad .....	600	(d) Medida y pago .....	613
(c) Clasificación .....	600	G-66. Tablestacas de acero .....	613
G-51. Dosificación .....	601	G-67. Consolidación de la cimentación de la presa por inundación .....	614
(a) Generalidades .....	601	G-68. Tierra vegetal para siembras .....	615
(b) Equipo .....	601	G-69. Agua para las áreas sembradas ..	615
G-52. Mezclado .....	602	G-70. Siembra .....	615
G-53. Temperatura del concreto .....	602	G-71. Juntas en el concreto .....	616
G-54. Moldes .....	602	(a) Juntas de construcción .....	616
(a) Generalidades .....	602	(b) Juntas de contracción .....	617
(b) Forros y recubrimientos de los moldes .....	603	G-72. Empaques de hule .....	617
(c) Tirantes de los moldes .....	603	(a) Generalidades .....	617
(d) Limpieza y aceitado de los mol- des .....	603		
(e) Remoción de los moldes .....	603		
G-55. Varillas de refuerzo (y tela metá- lica) .....	604		

<i>Sección</i>	<i>Página</i>	<i>Sección</i>	<i>Página</i>
(b) Materiales .....	617	G-76. Perforación de agujeros para las varillas de anclaje y para hacer inyecciones en el lugar .....	620
(c) Fabricación .....	617	G-77. Drenaje, en general .....	621
(d) Inspección y pruebas .....	618	G-78. Construcción de drenes con tubo para albañal, con juntas abiertas .....	621
(e) Instalación .....	618	(a) Generalidades .....	621
(f) Medida y pago .....	619	(b) Drenes para el talón de las presas de tierra .....	621
G-73. Material elástico para rellenos de las juntas del concreto .....	619	(c) Drenes para el vertedor de demasías y para la obra de toma .....	622
(a) Generalidades .....	619	G-79. Tendido de tubo de albañal con juntas estancas .....	622
(b) Materiales .....	619	G-80. Perforación de agujeros para drenaje .....	623
(c) Instalación .....	619	G-81. Drenes de tubo de hierro vaciado ..	623
(d) Medida y pago .....	619	G-82. Zampeados de mampostería seca para los drenes abiertos .....	624
(e) Costo .....	619		
G-74. Cierres metálicos .....	619		
(a) Generalidades .....	619		
(b) Materiales .....	620		
(c) Medida y pago .....	620		
G-75. Empaques metálicos .....	620		
(a) Generalidades .....	620		
(b) Colocación .....	620		
(c) Materiales .....	620		
(d) Pago .....	620		
		<b>F. BIBLIOGRAFIA</b>	
		G-83. Bibliografía .....	624
		INDICE .....	625