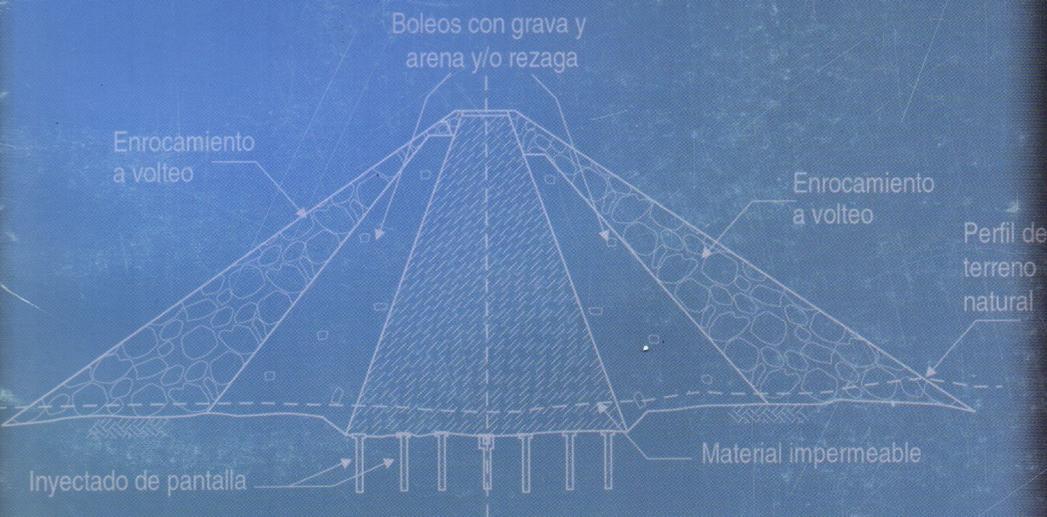


# Manual geotécnico para el diseño de presas pequeñas



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**



**Editores:**

**Isaac Bonola Alonso**

**Alberto Jaime Paredes**

---

<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES</b>	1.1
Alberto Jaime Paredes*	
1.1 Introducción	1.1
1.1.1 Antecedentes	1.1
1.1.2 Objetivos	1.3
1.1.3 Alcances	1.4
1.2 Criterios de diseño de presas pequeñas	1.5
<b>2. INFORMACIÓN BÁSICA</b>	2.1
Alberto Jaime Paredes y Gilberto Salgado Maldonado	
2.1 Topografía	2.2
2.2 Climatología	2.3
2.3 Hidrología	2.4
2.4 Geología	2.7
2.5 Sismicidad	2.10
2.6 Aspectos Ambientales	2.11
2.7 Planeación y justificación del proyecto	2.17
<b>3. USOS Y CAPACIDADES DE UNA PRESA</b>	3.1
Gilberto Salgado Maldonado y Alberto Jaime Paredes	
3.1 Estudio hidrológico	3.1
3.1.1 Ubicación y necesidades	3.2
3.1.2 Características de la cuenca de aportación	3.2
3.1.3 Características del vaso	3.6
3.1.4 Estimación del régimen de demandas	3.10
3.1.5 Factibilidad hidrológica anual	3.17
3.1.6 Estimación del volumen de azolves	3.19
3.1.7 Estimación del volumen útil	3.28
3.1.8 Funcionamiento de vaso	3.29

3.1.9 Estimación del volumen de regulación de avenidas (superalmacenamiento)	3.37
<b>4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, INSTRUMENTACIÓN Y SEGURIDAD</b>	<b>4.1</b>
Venancio Trueba López e Isaac Bonola Alonso	
4.1 Operación y mantenimiento	4.1
4.1.1 Operación de presas	4.1
4.1.2 Mantenimiento y conservación de presas	4.3
4.2 Instrumentación	4.5
4.2.1 La instrumentación de las presas	4.5
4.2.2 Tipos de instrumentos y principios de funcionamiento	4.8
4.2.3 Instrumentos para medir niveles y presiones de agua	4.9
4.2.4 Instrumentos para medir infiltraciones	4.12
4.2.5 Instrumentos para medir desplazamientos	4.13
4.2.6 Instrumentos para medir asentamientos	4.19
4.2.7 Instrumentos para medir esfuerzos	4.22
4.2.8 Instrumentos para medir deformaciones	4.23
4.2.9 Instrumentación sísmica	4.26
4.3 Seguridad de presas	4.27
4.3.1 Programa de inspección y evaluación de presas	4.27
4.3.2 Expedientes	4.30
4.3.3 Programas de inspección	4.31
4.3.4 Frecuencia de las inspecciones	4.33
4.3.5 Calificación de los inspectores	4.34
4.3.6 Informes de inspección	4.34
4.3.7 Detección del peligro, cobertura y acciones de emergencia	4.36

<b>5. SELECCIÓN DEL SITIO Y TIPO DE CORTINA</b>	<b>5.1</b>
Isaac Bonola Alonso y Venancio Trueba López	
5.1 Selección del sitio	5.2
5.1.1 Fundamentos para la selección del sitio	5.2
5.1.2 Procedimiento para la selección del sitio de construcción de una presa	5.4
5.1.3 Etapa 1: Planeación de la selección del sitio	5.5
5.1.4 Etapa 2: Estudios geotécnicos para la selección del sitio	5.6
5.1.5 Etapa 3: Estudios de anteproyecto para selección del sitio	5.7
5.1.6 Etapa 4: Estudios de proyecto para selección del sitio	5.7
5.1.7 Etapa 5: Síntesis de estudios geotécnicos de selección del sitio	5.8
5.1.8. Etapa 6: Informe geotécnico para proyecto ejecutivo de selección del sitio	5.9
5.2 Selección del tipo de cortina	5.11
5.2.1 Tipos de cortina	5.11
5.2.2 La topografía para selección del tipo de cortina	5.16
5.2.3 La geología y el terreno de cimentación	5.17
5.2.4 La disponibilidad de materiales	5.17
5.2.5 El vertedor de excedencias	5.18
5.2.6 Los factores ambientales	5.18
5.2.7 Los factores económicos	5.18
<b>6. ESTUDIOS BÁSICOS DE GEOTECNIA</b>	<b>6.1</b>
Alberto Jaime Paredes	
6.1 Exploración de suelos y rocas	6.1
6.2 Clasificación de suelos	6.5
6.3 Permeabilidad de suelos	6.7
6.4 Resistencia al esfuerzo cortante y comprensibilidad	6.9
6.5 Suelos especiales	6.12
6.5.1 Suelos expansivos	6.12

6.5.2 Arcillas dispersivas	6.16
6.5.3 Suelos colapsables	6.18
<b>TRATAMIENTO DEL TERRENO</b>	<b>7.1</b>
Venancio Trueba López	
7.1 Introducción	7.1
7.2 Preparación del terreno	7.2
7.3 Consolidación y estabilización del terreno	7.3
7.4 Inyección del terreno	7.4
7.4.1 Caracterización del terreno a inyectar	7.5
7.4.2 Tipo de pantallas	7.11
7.4.3 Técnicas de inyección	7.13
7.5 Pantallas de inyección	7.17
7.5.1 Mezclas de inyección con cemento Portland	7.17
7.5.2. Aditivos químicos	7.25
7.6 Inyección de mezclas de soluciones químicas	7.26
7.7 Aspectos importantes en el diseño y construcción de pantallas	7.27
7.7.1 Aspectos importantes de fabricación de mezclas	7.27
7.7.2 Presiones de inyección	7.27
7.7.3 Presión de rechazo	7.28
7.7.4 Resurgencias	7.29
7.7.5 Contrapresión	7.29
7.7.6 Profundidad de la pantalla impermeable	7.30
7.7.7 Tramos de inyección	7.30
7.7.8 Tubo de manguitos	7.30
7.7.9 Distribución de los barrenos de inyección	7.33
7.7.10 Presentación de los resultados	7.34

---

7.8 Criterio GIN para consolidación e impermeabilización de macizos de rocas	7.34
7.8.1 Principios del método GIN	7.35
7.8.2 Errores a evitar con el método GIN	7.40
7.8.3 Optimización del diseño	7.41
7.8.4 Perforaciones para inyección	7.43
7.8.5 Análisis de los resultados del método GIN	7.43
7.8.6 Ensayos preeliminares para el método GIN	7.43
7.8.7 Tipo de plinto	7.44
7.8.8 Anclaje del plinto	7.45
7.9. Pruebas de control de mezclas de inyección	7.45
7.9.1 Prueba de sedimentación del cemento	7.45
7.9.2 Densidad de la lechada de inyección	7.48
7.9.3 Prueba de fluidez con cono de Marsh	7.49
7.10. Construcción de empotramiento en presas de tierra	7.53
7.10.1 Profundidad de la trinchera	7.54
7.10.2. Pendiente de taludes de la trinchera	7.54
<b>8. DISEÑO DE LA CORTINA</b>	<b>8.1</b>
Xiangyue Li Liu	
8.1 Selección de la cortina	8.1
8.1.1 Sección homogénea	8.2
8.1.2 Cortina con membrana	8.3
8.1.3 Cortina con núcleo	8.3
8.1.4 Cortina de materiales graduados	8.4
8.2 Bordo libre	8.8
8.3 Estructuración de presas de tierra y enrocamiento	8.12
8.3.1 Corona	8.12

8.3.2 Taludes	8.14
8.3.3 Protección de taludes	8.15
8.4 Elementos para el control del flujo de agua	8.17
8.4.1 Cuerpos impermeables	8.17
8.4.2 Drenes y filtros	8.21
8.4.3 Diseño de filtros	8.23
8.5 Materiales de construcción	8.25
8.5.1 Suelos compactados	8.25
8.5.2 Suelos especiales	8.26
8.6. Presas de gravedad	8.30
8.6.1 Consideraciones generales	8.30
8.6.2 Materiales de construcción	8.31
<b>9. ANÁLISIS GEOMECÁNICO</b>	<b>9.1</b>
Xiangyue Li Liu	
9.1 Introducción	9.1
9.1.1 Condiciones de carga	9.2
9.2 Filtración	9.5
9.2.1 Línea de saturación	9.5
9.2.2 Cortinas cimentadas sobre terreno impermeable sin drenes	9.7
9.2.3 Cortinas con drenes cimentadas sobre terreno impermeable	9.10
9.2.4 Cortinas cimentadas sobre terreno permeable	9.13
9.3 Inestabilidad interna de suelos	9.15
9.3.1 Levantamiento y tubificación	9.15
9.3.2 Gradientes hidráulicos	9.17
9.3.3 Gradientes hidráulicos críticos	9.18

---

9.4 Estabilidad de taludes	9.20
9.4.1 Tipos de falla y factor de seguridad	9.20
9.4.2 Cartas de diseño	9.24
9.5 Asentamientos	9.34
9.5.1 Causas de asentamientos	9.34
9.5.2 Asentamientos en la cimentación	9.35
9.5.3 Asentamiento de la cortina	9.37
9.6 Presas de gravedad	9.37
9.6.1 Estabilidad	9.37
9.6.2 Esfuerzos	9.42
<b>10. PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO</b>	<b>10.1</b>
Javier Avilés López	
10.1 Caracterización del sitio	10.1
10.1.1 Amplificación dinámica de la respuesta sísmica	10.2
10.1.2 Período dominante del sitio	10.8
10.1.3 Efectos no lineales	10.12
10.2 Evaluación de parámetros del suelo	10.14
10.2.1 Exploraciones de campo	10.14
10.2.2 Ensayes de laboratorio	10.17
10.3 Determinación de coeficientes sísmicos	10.19
10.3.1 Espectros de diseño regionales	10.20
10.3.2 Zonas sísmicas	10.22
10.3.3 Factor de importancia	10.23
10.3.4 Tipos de terreno	10.27
10.3.5 Espectros de diseño específicos	10.28

10.3.6 Factores de sitio	10.29
10.3.7 Factores de respuesta	10.32
10.3.8 Ejemplo	10.32
<b>11. Interacción con el entorno y otras estructuras</b>	<b>11.1</b>
Venancio Trueba López	
11.1 Aspectos físicos	11.1
11.2 Interacción con el entorno ambiental	11.4
11.2.1 Cumplimiento legal	11.4
11.2.2 Autorización en materia de impacto ambiental	11.4
11.2.3 Autorización para el cambio de uso del suelo de terrenos forestales	11.4
11.2.4 Manejo de residuos líquidos y sólidos	11.5
11.2.5 Supervisión y monitoreo: conciencia ambiental	11.5
11.2.6 Programas de protección ambiental	11.5
11.3 Interacción con los entornos social y cultural	11.6
<b>Anexo A</b>	
Indicadores cualitativos y cuantitativos generales	
<b>Anexo B</b>	
Ejemplos de presas pequeñas	
<b>Referencias y bibliografía</b>	