

CONTRATO

IICA / INDRHI / CSU



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS
HIDRAULICOS (INDRHI)

INSTITU
DE COC
AGI

IICA
PM-A1/DO
86-008
n.33



UNIVERSIDAD DEL
ESTADO DE COLORADO
(CSU)

ESTUDIOS SOBRE LA OPERACION Y SEGURIDAD DEL SISTEMA DE EMBALSES DE VALDESIA

REVISION Y ANALISIS DE
LAS REGLAS PARA INSPECCION
DE SEGURIDAD DE PRESAS DE
LOS ORGANISMOS DEL GOBIERNO
DE LOS ESTADOS UNIDOS^{1/}

80310000 ✓
H. W. Shen y J. Regenstreif^{2/}

DOCUMENTO No.

33
Julio
1986



REVISION Y ANALISIS DE
LAS REGLAS PARA INSPECCION
DE SEGURIDAD DE PRESAS DE
LOS ORGANISMOS DEL GOBIERNO
DE LOS ESTADOS UNIDOS^{1/}

H. W. Shen y J. Regenstreif^{2/}

33
Julio
1986

^{1/} Traducción del documento "Review and Analysis of Dam Safety Inspection Guidelines from Governmental Agencies.

^{2/} Engineering Research Center, Colorado State

11EA
PM-A11 DO-86-008
no. 33

BV 003712

00001503

LISTA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
2. INCIDENCIA DE PROBLEMAS EN PRESAS.....	3
2.1 Introducción.....	3
2.2 Fallas ocurridas en el pasado.....	3
2.3 Estudios previos.....	4
2.4 Los estudios de la USCOLD e ICOLD.....	8
2.4.1 Descripción de los estudios.....	8
2.4.2 Datos.....	10
2.4.3 Análisis de las causas de accidentes y fallas.....	12
2.4.4 Sinópsis de los resultados del análisis.....	25
2.5 Conclusión.....	26
3. PROGRAMAS ESTATALES Y FEDERALES.....	27
3.1 Introducción.....	27
3.2 Estado de los programas.....	28
3.2.1 Investigación de los programas estatales y federales por COE.....	28
3.2.2 La ley nacional de inspección de presas.....	32
3.3 Programas existentes de inspección.....	40
3.3.1 Datos.....	40
3.3.2 Organización.....	41



	Página
3.3.3 Legislación.....	42
3.3.4 Planificación.....	47
3.3.5 Responsabilidad.....	50
3.4 Sugerencias para el mejoramiento de los programas.....	51
3.4.1 Información de la ley nacional de inspección de presas.....	51
3.4.2 Criterios de capacidad del aliviadero.....	52
3.5 Conclusión.....	58
4. NIVELES DE INSPECCION.....	61
4.1 Introducción.....	61
4.2 Inspecciones formales.....	62
4.3 Inspecciones intermedias.....	64
4.4 Inspecciones informales.....	65
4.5 Inspecciones especiales.....	65
4.6 Discusión.....	66
4.7 Conclusión.....	68
5. CONCLUSIONES.....	70



CAPITULO I

1. INTRODUCCION

Este documento presenta información sobre áreas de importancia para la inspección de presas y se explica el porqué son necesarias las inspecciones y cómo se realizan. Se revisa también, la incidencia histórica de los problemas en presas, porque los problemas encontrados en el pasado dan una dirección sobre el tipo de problemas que podrían surgir en las presas existentes. Las causas de fallas en presas, se investigan usando los resultados publicados en varios estudios, y a partir de un análisis estadístico de fallas y accidentes ocurridos en grandes presas en operación. Los datos para estos estudios se hallan en los informes del Comité de Grandes Presas de los Estados Unidos (USCOLD) y la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD). A partir de estos estudios, se investigaron las causas de los accidentes y el periodo de vida útil operativa de una presa antes de que ocurra un accidente o falla.

En 1972 el Congreso de los Estados Unidos aprobó la Ley Nacional Sobre Inspección de Presas (PL92-367) y las inspecciones de presas realizadas bajo esta ley encontraron que el 33% de ellas eran inseguras. En este documento, también, se revisarán las razones de porqué fueron clasificadas como inseguras.

La revisión y discusión de varios programas estatales y federales dan una idea del estado y el formato general de los programas actuales sobre seguridad de presas. Los programas gubernamentales concernientes a las inspecciones de seguridad de presas son importantes porque sin ellos es menos probable que las inspecciones sean completadas a tiempo o de manera oportuna. La Ley Nacional de Inspección de Seguridad de Presas provee información sobre el estado de los programas estatales. Se escogieron 28 estados en consideración al grado de aceptación de sus programas bajo la ley PL92-367 y se contactaron varias oficinas federales para obtener información sobre sus programas de seguridad de presas.

Se recopiló la información de estas fuentes sobre la legislación y organización de programas de seguridad de presas. Además se discutieron las ideas de planificación, responsabilidades y presupuestos relacionados con estos



problemas. Por otra parte, se presentan las recomendaciones para utilizar la información disponible para mejorar el estado y efectividad de los programas.

El nivel o tipo de inspección que se utilizará contribuye también, a elegir los items a ser incluidos en una inspección. Los tipos de inspección utilizados por la Autoridad del Valle de Tennessee (TVA), se usan como ejemplo de los diferentes niveles de inspección. Las inspecciones utilizadas por la TVA incluyen inspecciones formal, intermedias, informales e inspecciones especiales. Se analiza la cobertura de la inspección de TVA, los intervalos, los requerimientos de inspectores y como se juntan esos componentes para formar un programa completo.

Usando el tipo de inspección deseado y dependiendo de las características del proyecto a ser inspeccionado, se puede crear un guía de inspección individual.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

CAPITULO II

2. INCIDENCIA DE PROBLEMAS EN PRESAS

2.1 Introducción

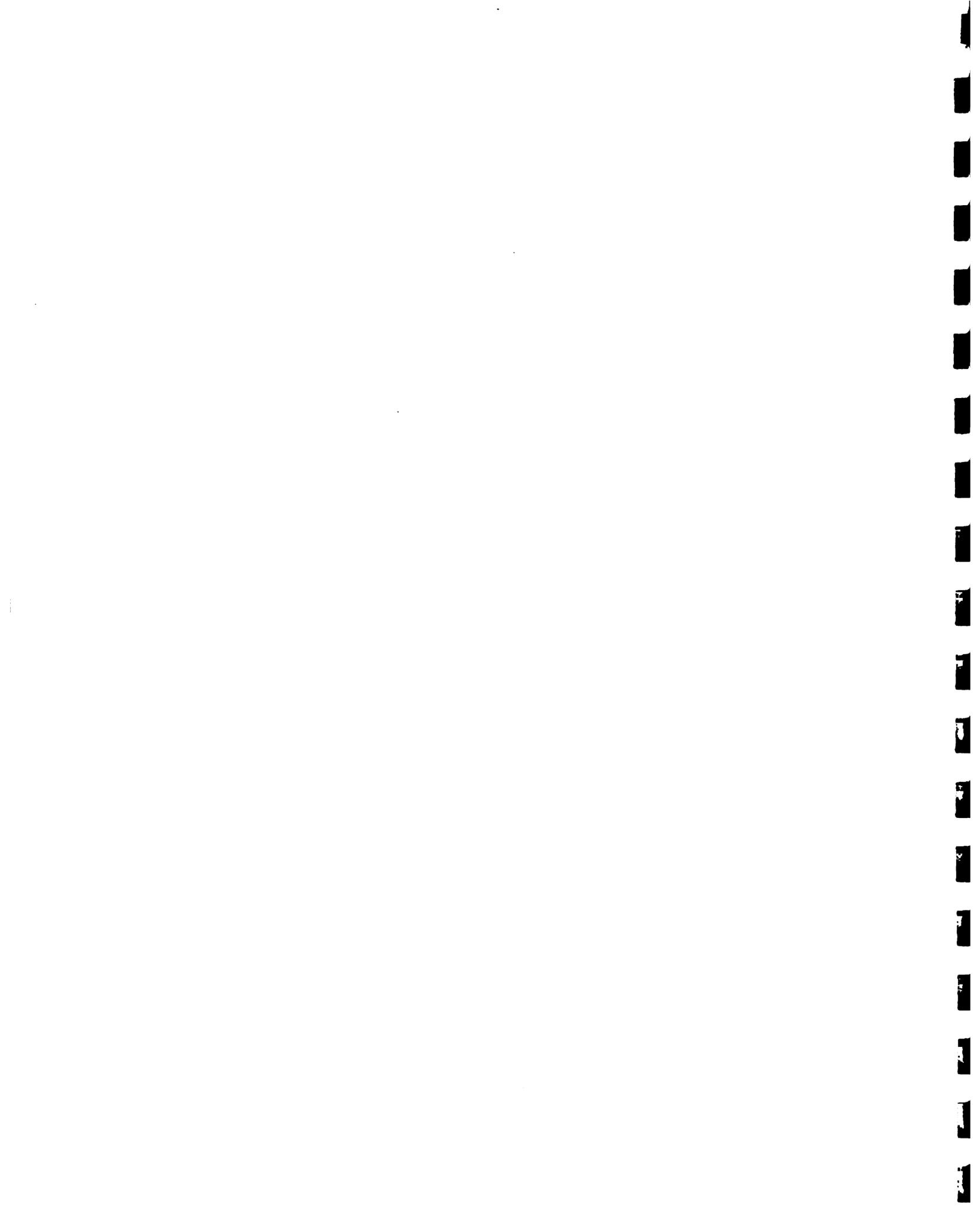
Examinando los problemas que han ocurrido con presas en el pasado, se pueden obtener conocimientos de qué considerar en las investigaciones de seguridad en el futuro. Un examen de los problemas pasados también demuestra la necesidad de las inspecciones de seguridad porque algunos accidentes y fallas se pueden prevenir.

Se presenta un análisis estadístico de las causas de fallas y accidentes en presas. Esto se logra a través de la revisión y manipulación de los datos de los informes publicados.

En primer lugar, este informe considera las fallas y accidentes de las presas en operación. Las fallas incluyen los incidentes donde la presa tuvo que ser abandonada y también aquellas donde el daño fue severo pero que fue reparado y la presa fue puesta en operación nuevamente. En este informe los accidentes se refieren a los incidentes en presas en operación que se repararon oportunamente evitando que se transformara en una falla. El término incidente cubre un amplio rango de ocurrencias, desde reparaciones expresivas y daños ocurridos durante la construcción, a fallas de las presas.

2.2 Fallas Ocurridas en el Pasado

Las fallas en presas han ocurrido desde que comenzó la construcción de presas. Unas de las primeras fallas conocidas ocurrió alrededor del año 2900 A.C. en una presa de mampostería en Egipto. Probablemente fue construida sin aliviadero y falló por el ahogamiento poco después de construirse. En el 1965 la comisión internacional de grandes presas (ICOLD) realizó un estudio, el cual indicó que desde el 1830 han ocurrido al menos 466 incidentes en las presas de todo el mundo. Alrededor de 200 de estos incidentes fueron fallas.



Una de las fallas más devastadoras fue la falla del embalse de South Fork cerca de Johnstown, Pennsylvania en 1889, la cual causó más de 2,000 muertes. Entre las fallas más recientes, se incluyen las de la presa de Malpasset, Francia en 1959; Baldwin Hills, California en 1963; la falla de la presa de Vajont Italia en 1963; la falla en una estructura de desperdicio de una mina de carbón en Buffalo Creek que mató a más de 100 personas en Virginia del Este en 1972 y la falla de la presa de Teton en Idaho en el 1976. Aunque no fue una falla completa, la presa de Lower Van Norman en California soportó severos daños durante el terremoto de San Fernando en 1971 y amenazó un área donde viven 80,000 personas. Lo anterior representan algunas de las fallas más recordadas y espectaculares, pero solo representa una pequeña parte del número total de los incidentes en presas.

2.3 Estudios Previos

Se han realizado muchos estudios sobre las causas de fallas en presas. Varios de estos estudios se encuentran resumidos en Thomas (40). Se han realizado comparaciones entre los resultados de varios estudios con el objetivo de identificar algunas conclusiones generales sobre las causas de fallas en presas.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los estudios resumidos en Thomas (40), los cuales se basan en los datos de los informes de la Comisión Internacional de Grandes Presas ICOLD (23) y el Comité de Grandes Presas de los Estados Unidos (16), y los resultados de informaciones sobre estructuras inseguras publicadas en un informe de avance al Congreso sobre la ley PL92-367 (43). Las causas de las fallas están clasificadas en las siguientes categorías: Hidráulicas, fundación, estructural y otros tipos.

Las causas hidráulicas incluyen aliviaderos inadecuados, ahogamiento y filtración. Las causas de fundación incluyen cortes inadecuados y problemas asignados del asentamiento geológico del área. Las causas estructurales incluyen deslizamiento y diseño o construcción pobres. La cuarta categoría, otras causas, abarca los factores ambientales, condiciones existentes debido a la presencia de la presa y a causas no explicadas. La parte inexplicable en la categoría de otras causas incluye el 60% de las fallas. Inexplicable puede significar que se desconoció la causa de la falla o

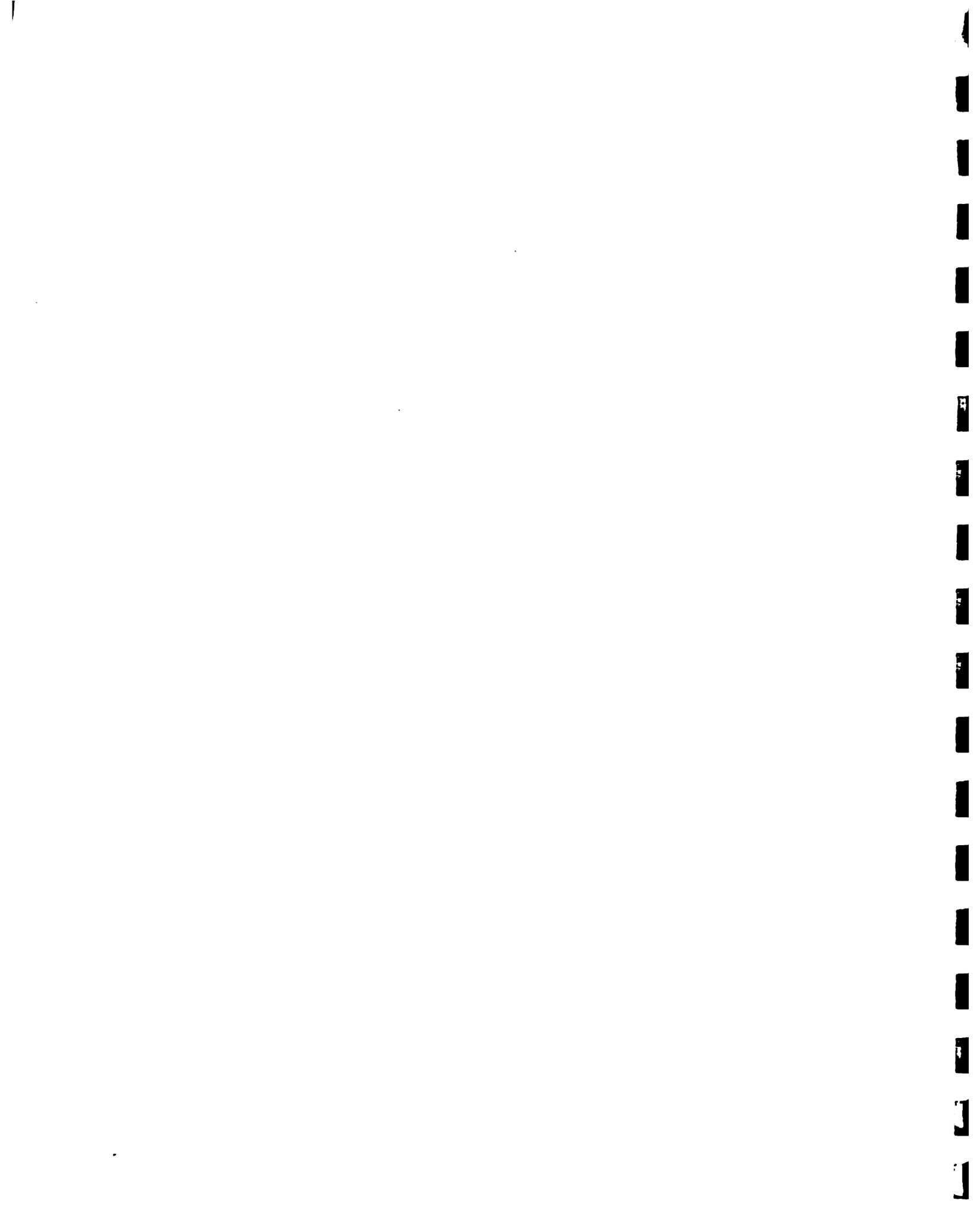


Tabla 1: Comparación de los Resultados de Estudio sobre Causas de Fallas de las Presas

Fuente de los resultados del Estudio	"La Ingeniería de Grandes Presas" Capítulo 3 por Henry H. Thomas, 1976 Ref. (39)								Avaluo de las fallas de Presa. Ref. (11)	Legislación de Seguridad de Presa Ref. (36)	Informe Progreso al Congreso *	Lecciones de los incidentes de presas#	Lecciones de los incidentes de presas#
	1933	1933	1959	1961	1963	1967	0	1970					
Año	1933	1933	1959	1961	1963	1967	0	1970	1974	1980	1965	1972	
Autor	0	0	0	+	Sherard	Gruner	Gruner	Biswas, et. al.	Sowers	COE	ICOLD	USCOLD	
Ubicación	0	0	USA	España	USA	Europa	Europa	0	0	USA	Mundial	USA	
Tipo de Presa	Terra-pleno	concreto	0	Todo	Terra-pleno	0	0	0	Tierra	Todo	Todo	Todo	
Causas de fallas	(en porcentaje de fallas total)												
Hidráulica							45		30		13.6	4.0	
General----										78	8.0	10.0	
Aliviadero				23	23	33		35			1.0	11.8	
Inadecuado--	30			5	41				40	9	10.3	15.7	
Derrame-----													
Filtración--													
Total-----	30%			28%	64%	33%	45%	35%	70%	87%	32.9%	41.5%	
Fundación													
General---				40		33		25			7.8		
Corte													
Inadecuado--	10	31	66			7					14.2	18.6	
Geológico---													
Total-----	10%	31%	66%	40%		33%	7%	25%			22.0%	18.6%	

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Tabla 1: (Continuación) Comparación de los Resultados de Estudio Sobre Causas de Fallas de las Presas

Fuente de los Resultados del Estudio		"La Ingeniería de Grandes Presas" Capítulo 3 por Henry H. Thomas, 1976 Ref. (39)										Lecciones de los incidentes de Presas #
Año	1933	1933	1959	1961	1963	1967	1970	1974	1980	1965	1972	
Autor	0	0	0	+	Sherard	Gruner	Biswas, et.al.	Sowers	COE	ICOLD	USCOLD	
Ubicación	0	0	USA	España	USA	Europa	0	0	USA	Mundial	USA	
Tipo de Presa	Terra-plen	Con-creto	0	Todo	Terra-plen	0	0	Tierra	Todo	Todo	Todo	
Causa de la Falla												
(en % de las fallas total)												
<u>Estructural</u>												
General-----				12	11	30		30	9	25.0	15.2	
Diseño-----				2						3.9	12.9	
Construcción--				12							1.7	
Total-----		24%		26%	11%	30%		30%	9%	28.9%	29.8%	
<u>Otros</u>												
General-----				5					4	5.9	5.6	
Ambiental----				1						4.9	3.4	
Consecuencias					25	33	40			5.4	1.1	
No Explicado--	60	45	34									
Total-----	60%	45%	34%	6%	25%	33%	40%		4%	16.2%	10.1%	

* Deficiencias primarias a las presas inseguras, no fallas.
 # Cubre los incidentes tipo F1, F2 y A1, como lo define ICOLD y USCOLD.
 O La información no está disponible
 + Se obtuvo información adicional de, "Lecciones aprendidas por los Desastres de Presas" Ref. (18).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

simplemente que no fue explicada por ese estudio particular.

Las categorías son usadas para dar una base de comparación de varios estudios. No obstante, debido que cada estudio usó su propio método de clasificación de causas de fallas, hay algún traslape de categorías. Este es probablemente el caso en los estudios de Sherard (1963) y Sowert (1974). En ambos estudios no se mencionaron fallas en la categoría de fundación y el 40% fue listado en la subcategoría de infiltración bajo las causas hidráulicas. Es probable que algunos de los problemas de infiltración ocurriera a través de la fundación, pero no es posible separar los datos en esta circunstancia.

La variedad de los estudios y la gran cantidad de causas desconocidas o inexplicables hacen difícil obtener resultados finales sobre la distribución de las causas de fallas en las presas. Por ejemplo, en la categoría de fundación los resultados están colocados en el orden del 10% al 66% de las fallas. Las causas estructurales son del orden de 10 al 30%. Las causas hidráulicas representan 23% al 70% de las fallas. En muchos casos la información básica, el área cubierta por el estudio, y el tipo de presa evaluada, no están bien definidas. Todas las dificultades anteriores impiden formular conclusiones generales sobre las causas de fallas en las presas.

Los estudios de ICOLD y USCOLD "Lecciones de los incidentes en presa" (23,16), tienen una base de datos bien definida e información más detallada sobre las causas de las fallas y accidentes en presas. Estos estudios se analizarán en detalles para interpretar mejor sus resultados. En forma similar, "El Informe de Avance al Congreso" (43) por el cuerpo de ingenieros (COE), de la Ley de Inspección Normal de Presa (1972), tiene informaciones sobre las razones por qué las presas fueron clasificadas como inseguras bajo la Ley PL92-367. Este estudio será discutido en el capítulo sobre programa de inspección estatal.



2.4 Los estudios de la USCOLD e ICOLD

2.4.1 Descripción de los estudios

En 1965, ICOLD realizó un estudio sobre las causas de incidentes en las grandes presas. Este estudio fue enfocado para presas mayores de 15 m (45 pies) de altura que fueron construídas después de 1900. Las presas bajo esta categoría son consideradas como el "Material Principal" de los estudios. Los incidentes estudiados se ordenaron por reparaciones importantes, daños durante la construcción y fallas totales.

Para recolectar la información para el estudio, en diciembre de 1965 ICOLD distribuyó un cuestionario a sus países miembros, siendo que 43 países lo respondieron, representando el 96% de las del registro mundial de la ICOLD.

Conjuntamente con la encuesta de la ICOLD, el comité de grandes presas de los Estados Unidos (USCOLD), distribuyó un cuestionario a 2,000 propietarios de presas, operadores, ingenieros, agencias constructoras y gubernamentales.

El estudio hecho por USCOLD difirió ligeramente del estudio de ICOLD en el hecho que incluyó presas construídas antes del 1900. Este estudio fue actualizado en 1972 con un cuestionario adicional. Por eso, la mayoría de los incidentes del estudio de la USCOLD están incluidos en el estudio de ICOLD, con excepción de las presas construídas antes del 1900, o presas cuyos incidentes ocurrieron después del 1965, y otros pocos casos aislados.

El estudio de ICOLD definió 4 categorías principales de causas de incidentes: Problemas con estabilidad, problemas con durabilidad, problemas con funcionamiento y otros problemas. La categoría de estabilidad incluye los problemas con el volcamiento, deslizamiento, esfuerzo y deformación. Los problemas de durabilidad incluyen: filtración, acción interna del agua, acción de la superficie del agua, efecto del clima o deterioración, acción química y problemas de drenaje. Las fallas o accidentes de funcionamiento incluye a los problemas



de descarga de flujo, bordes libres inadecuados, variación en el nivel del agua, infiltración total o presas incompletas. La cuarta categoría, otras, se relacionan a las fallas y accidentes debidos a ocurrencias no conectadas directamente con la presa. Esto incluye terremotos, ventarrones, catástrofes naturales y fallas aguas arriba de la presa.

El estudio de USCOLD usó un método diferente para presentar y clasificar los problemas. Para comparar los estudios, la clasificación de causas de fallas usadas en el informe de ICOLD es usada para presentar, también, el material de USCOLD. Para efectuar esto, las causas de incidentes dadas en los datos de USCOLD se ha clasificado en la clasificación propia de ICOLD. Si el incidente se usó en ambos estudios, la causa listada en el informe de la ICOLD también se ha usado en el informe de USCOLD.

La causa real de un incidente en la presa puede ser difícil de detectar y puede haber múltiples causas. También es posible que un problema inicial conlleve a otros problemas que en última instancia conduzca a un incidente. Un ejemplo de esto sería la acción interna del agua y la succión en una presa de tierra, que es un problema de durabilidad. Esto puede conducir a la deformación de la presa, un problema de estabilidad, lo cual hace la presa insegura. Para este caso la succión es la causa primaria. En los estudios, se utilizan las causas primarias.

En este análisis de los estudios de ICOLD y USCOLD, se enfocaron los incidentes que ocurren en las presas ya en operación. Aparte de los 8 tipos de incidentes cubiertos en estos informes, 3 envuelven presas en operación. Son llamados Falla Tipo 1 (F1), Falla Tipo 2 (F2) y Accidente Tipo 1 (A1). Estos se definen en el informe de la ICOLD (23) como sigue:

Falla Tipo 1 (F1); es la falla principal en una presa en operación, la cual envuelve el abandono completo de la presa. La Falla Tipo 2 (F2), es una falla en una presa en operación la cual en un tiempo debe de haber sido severa, pero de una naturaleza y extensión



que permitió que el daño fuera reparado con éxito y que la presa fuera puesta de nuevo en operación. El Accidente Tipo 1 (A1), es un accidente en una presa que ha estado en operación algún tiempo pero que se previno de volverse una falla por operaciones o trabajos de reparación, tales como el vaciado del embalse.

En ambos informes se usaron el mismo sistema de clasificación de tipos de incidentes. Hubo pocos casos en el que un incidente incluido en ambos estudios fuera clasificado bajo diferentes tipos de incidentes en los dos estudios. No se trató de rectificar estas discrepancias que se han hecho, porque los tipos de incidentes son combinados posteriormente en el análisis.

2.4.2 Datos

a. Tipos de Incidentes

A partir del cuestionario distribuido por la ICOLD a sus países miembros, se registró un total de 534 incidentes. El "material principal" incluyó 290 del total de incidentes. Las tres clasificaciones de incidentes utilizados en este informe F1, F2 y A1 tiene 40, 53 y 111 incidentes, respectivamente, en la clasificación de "material principal", para un total de 204 incidentes. En once de estos incidentes faltaron algunos datos, siendo que solo 193 incidentes fueron usados en el análisis.

El cuestionario aplicado por la USCOLD, indicó un total de 349 incidentes en grandes presas. De los 349 incidentes, 48 fueron clasificadas como F1, 35 como F2 y 103 como A1, para un total de 176 incidentes. A dos de estos incidentes le faltaron datos de tal forma, que el número de incidentes analizados fue de 174.

En el siguiente análisis hecho sobre tipos de presas y causas de incidentes, se combinaron los grupos F1, F2, y A1.

b. Tipo de Presa

Para ambos estudios los datos se clasificaron por el tipo de presa. Los cinco principales tipos de presas fueron originalmente identificados: Arco, contrafuertes, gravedad, tierra y enrocamiento.



Basándose en la construcción del material, los primeros tres tipos se agruparon como presas de concretos y los dos últimos como presas de terraplen. Unas pocas presas construídas de otros materiales se clasificaron como misceláneas. Se utilizó la combinación mayor de grupos porque los grandes tamaños de muestras de campo resultan estadísticamente mejores. Se presentó la disyuntiva si era necesario mantener los tipos de presas en grupos separados de concreto y terraplen. Para contestar esta pregunta, se hicieron dos simples comparaciones.

Primero, la tasa de ocurrencia de los accidentes y las fallas a un tipo de presa se comparó con la tasa de incidentes de ese tipo de presa en general. Los datos del informe de USCOLD se usaron para esta comparación, debido a que el informe contenía también la información del número de grandes presas en EUA. El estudio de USCOLD mostró que de los accidentes y fallas reportados en grandes presas en operación, el 80% ocurrió en presas de terraplen, el 18% en presas de concreto y el 2% en el tipo de presas de tipo misceláneas. El informe de USCOLD define que de las 4,974 presas principales en EUA, 79% son de presas de terraplen, el 16% presas de concreto y 5% de tipo misceláneas. A partir de esta información se concluyó que para grandes presas, el tipo de presa no afecta el comportamiento de que ocurriera un incidente. Nótese que esto se aplica para las categorías generales usadas. Cierta tipo específico de presas tales como "Hydraulic fill", puede experimentar una tasa mayor de falla que su categoría general.

Este resultado se aplica a la mayoría de las grandes presas cubiertas por el estudio, no incluyendo a muchas pequeñas presas existentes. De las presas de USA, incluyendo a presas tan pequeñas como de 6 pies de altura estructural, 92% son del tipo terraplén y el 6.5% del tipo concreto y 1.5% de tipo misceláneas, de acuerdo al inventario de presas realizado en concordancia con la ley nacional de inspección de presas de 1972.

En segundo lugar, la ubicación de una ocurrencia de incidente en presa, se examinó según el tipo de presa. Si los tipos de presas de terraplen y concreto tuvieran tasas de ocurrencias de problemas, en su parte principal, donde difieren los materiales de construcción,

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

se puede concluir que el tipo de presa no afecta a la incidencia de fallas y accidentes.

Los resultados de ambos estudios, de ICOLD y USCOLD, se presentan en la Tabla 2. Las presas de terraplén han tenido un porcentaje más altos de incidentes ocurrido en el cuerpo principal que las de presas de concreto. Las presas de concreto mostraron una incidencia más alta de problemas en sus fundaciones y aliviaderos que las de presas de terraplén. Basándose en estos resultados, se decidió mantener los tipos de presas separadas. No obstante, también se usa un tercer grupo que combina los tipos de presas de concreto, terraplén y misceláneos.

2.4.3 Análisis de las causas de accidentes y fallas

Para analizar las causas de fallas o accidentes en presas, como se informó en los estudios de ICOLD y USCOLD, se examinó la distribución de incidentes entre las cuatro principales categorías de causas de accidentes. Las principales categorías de estabilidad, durabilidad, funcionamiento y otras, son como la definió ICOLD (23). También se analizó la longitud del tiempo de operación antes de que ocurriera un incidente.

a. Distribución de los incidentes por sus causas

Para cada uno de los tres tipos de presas descritos anteriormente, el porcentaje de incidentes debido a cada causa según los estudios de la ICOLD y USCOLD se presentan en la Tabla 3, en la cual se muestra el número de los incidentes reportados tanto como el porcentaje total de incidentes debido a cada causa. La Figura 1 muestra la información en forma gráfica.

Resultados similares se encontraron en los estudios de ICOLD y USCOLD. Los resultados también indican que la distribución de las causas de incidentes no varían mucho entre los tipos de presa de terraplén y de concreto.



Tabla 3: Número y porcentaje de Incidentes* por presas, para cada tipo de presa, debido a causas de incidentes a partir de los estudios de ICOLD y USCOLD

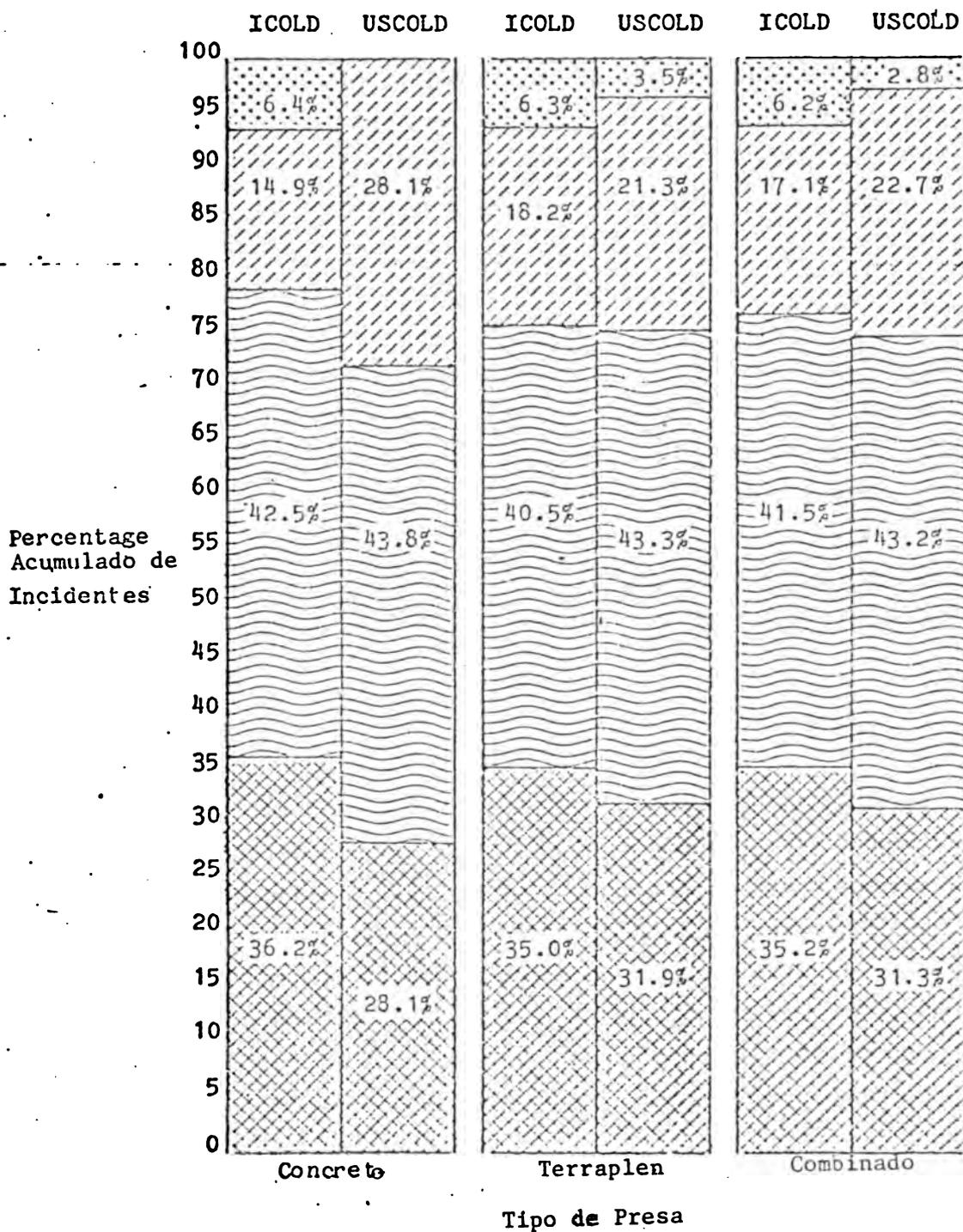
Estudio	Causa de Incidentes	Tipo de Presa					
		Concreto		Terraplen		Combinado**	
		f	%	f	%	f	%
ICOLD	Estabilidad	17	36.2	50	35.0	68	35.2
	Durabilidad	20	42.5	58	40.5	80	41.5
	Funcionamiento	7	14.9	26	18.2	33	17.1
	Otras	3	6.4	9	6.3	12	6.2
USCOLD	Estabilidad	9	28.1	45	31.9	55	31.3
	Durabilidad	14	43.8	61	43.3	76	43.2
	Funcionamiento	9	28.1	30	21.3	40	22.7
	Otras	0	0.0	5	3.5	5	2.8

* Incluye los incidentes F1, F2 y A1

** Incluye el tipo de Presa miscelaneo



Figura 1: Porcentajes de los tipos de incidentes F1, F2 y A1 para presas por causa, para tipo de presas de concreto, terraplén, y combinada. Datos a partir de los estudios de USCOLD e ICOLD.



Leyenda : estabilidad Durabilidad Funcionamiento Otros



Los problemas de durabilidad fueron los responsables de la mayoría de los incidentes, con 41.5 y 43.% de los incidentes combinados de concreto y terraplén, para los estudios de ICOLD y USCOLD, respectivamente. La estabilidad es la siguiente causa más frecuente con 35.2% para el estudio de ICOLD y 31.3% para el estudio de USCOLD. Los incidentes debido a los problemas con el funcionamiento propio de la presa provocaron 17.7% de los incidentes en el estudio de la ICOLD y 22.7% en el estudio de USCOLD. Otros tipos de problemas provocaban 6.2% de los incidentes de ICOLD y 2.8% de los incidentes de la USCOLD.

Bajo la categoría de durabilidad, el estudio de USCOLD encontró que para las presas de terraplén, la infiltración en la fundación o en el terraplén es la causa más frecuente de los incidentes. Para las presas de concreto, el concreto deteriorado es la causa más frecuente. Es del caso resaltar que el problema más frecuente en las presas de concreto no es el más serio. La percolación que también es un problema de durabilidad, es el problema más crítico en las presas de concreto.

b. Longitud de operación antes de la ocurrencia de un incidente

El tiempo de operación de una presa, antes de experimentar una falla o accidente, pueda dar una guía para establecer los programas de inspección de presas. Las Tablas 4 y 5 muestran los incidentes en presas (como un porcentaje del total de incidentes) versus el número de años de operación de la presa, antes de que haya ocurrido un incidente, para los estudios de la ICOLD y USCOLD, respectivamente. Los datos se presentan para las presas de concreto, presas de terraplén y de la información combinada. Las cuatro causas de incidentes se tomaron en forma colectiva.

Los datos utilizados tienen algunas limitaciones que es necesario resaltar. Primero, los datos de ICOLD tienen un tiempo máximo de operación de 65 años, debido a que sus datos incluyen las presas construídas después de 1900 hasta 1965. Los datos de USCOLD, los cuales no especifican cuando fueron construídas las presas, llega hasta el



Tabla 4. Número acumulado y porcentajes de incidentes* para presas Vs. años de operación, para tipos de presas de concreto terraplén y combinado** basado en los datos suplidos por ICOLD.

Años de Operación	Dam Type					
	Concreto		Terraplén		Combinado**	
	#	%	#	%	#	%
1	18	40	33	25	51	28
3	26	58	56	42	83	46
5	28	62	67	51	96	53
10	28	62	81	61	110	61
20	36	80	101	76	138	77
30	39	87	120	91	161	89
40	41	91	124	94	167	93
50	44	98	131	99	177	98
60	45	100	132	100	180	100
Total	45	100	132	100	180	100

* Incluye los Incidentes F1, F2 y A1
 ** Incluye el tipo de presa Misceláneo



Tabla 5: Números acumulados y porcentaje de incidentes* para presas Vs. años de operaciones para presas tipo concreto, terraplén, y combinado** basado en los datos suplididos por USCOLD.

Años de Operación	Tipo de Presa					
	Concreto		Terraplen		Combinado**	
	#	%	#	%	#	%
1	11	35	38	27	49	28
3	15	48	54	39	70	40
5	15	48	63	45	79	45
10	18	58	81	58	100	57
20	19	61	97	69	117	67
30	22	71	111	79	135	78
40	26	84	115	82	143	82
50	30	97	123	88	155	89
60	31	100	133	95	167	96
70	-	-	136	97	170	98
80	-	-	137	98	171	98
90	-	-	137	98	171	98
100	-	-	138	99	172	99
110	-	-	139	99	173	99
120	-	-	140	100	174	100
Total	31	100	140	100	174	100

* Incluye F1, F2 y los incidentes A1

** Incluye los tipos de presas misceláneos



1972, incluyen una vida operativa de hasta 116 años.

La comparación entre los estudios debe hacerse de forma cuidadosa ya que el periodo más largo tiende a expandir los datos y disminuir las cifras. Segundo, los conjuntos de datos no están totalmente completos. Muchos incidentes, especialmente accidentes que ocurrieron hace mucho tiempo, no fueron registrados y se omitieron. No es posible interpretar como estos incidentes omitidos afectarían los resultados.

Aún con esas pequeñas desventajas, las Tablas 4 y 5 indican que la mayoría de los incidentes ocurren al principio de la vida de las presas. En las Tablas 6 y 7 se examinan en más detalles, la ocurrencia de accidentes en los primeros 5 y 10 años de la vida operativa de las presas. Los incidentes que ocurren en este periodo son categorizados por su causa principal de incidentes.

La comparación de los resultados de las presas de concreto y terraplén indican que hay diferencia en los números, pero que los resultados generales son los mismos. Así, para discusión se usará la categoría que combina todos los tipos de presas.

Para los tipos combinados de presas, el 57% y 39% de los incidentes debidos a los problemas de estabilidad han ocurrido dentro de los primeros cinco años, según los estudios de ICOLD y USCOLD, respectivamente. Dentro de los primeros 10 años las cifras son 65% y 56%. Los problemas de durabilidad ocurren 60% y 59% dentro los 5 años y 69 y 68% en los 10 años, para los estudios de ICOLD y USCOLD, respectivamente. Las cifras para problemas de funcionamiento son más bajas, con 36% y 35% para 5 años; y 39% y 48% para 10 años, para los estudios de ICOLD y USCOLD, respectivamente. Las cifras más bajas son razonables porque mucho de los problemas de funcionamiento de la presa, no aparecen hasta que no ocurre una gran descarga de caudales. Como esto es un evento aleatorio, no debe ocurrir hasta que la presa no haya sido operada por varios años. Además, a menudo los embalses no son llenados, hasta el nivel máximo de operación por varios años. Así,



Tabla 6: Porcentajes de ocurrencias de incidentes* para cada causa de incidente ocurrida dentro de los primeros cinco y diez años de operación para los tipos de presas de concreto, terraplén, combinada** basada en los datos suplidos por ICOLD.

Años de Operación	Causa de Incidente	Tipo de Presa		Combinado**
		Concreto	Terraplen	
5 Años	Estabilidad	69	54	57
	Durabilidad	70	56	60
	Función	33	36	36
	Otro	33	33	33
10 Años	Estabilidad	69	65	65
	Durabilidad	70	69	69
	Función	33	41	39
	Otro	33	44	42

* Incluye F1, F2 y los incidentes A1

** Incluye los tipos de presas misceláneos

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Tabla 7: Porcentajes de ocurrencias de incidentes* para cada causa de incidente ocurrido dentro de los primeros cinco y diez años de operación para los tipos de presas de concreto, terraplén, combinada** basada en los datos suplididos por USCOLD.

Años de Operación	Causa del Incidente	Tipo de Presa		
		Concreto	Terraplen	Combinado**
5 Años	Estabilidad	44	39	39
	Durabilidad	69	57	59
	Función	33	37	35
	Otros	0	0	0
10 Años	Estabilidad	67	55	56
	Durabilidad	69	67	68
	Función	33	33	48
	Otro	0	0	0

*Incluye F1, F2 y los incidentes A1

**Incluye los tipos de presas misceláneos



aún con un gran caudal, los aliviaderos y los desagües de fondo pueden no ser requeridos para operar a su eficiencia pico.

Los incidentes debido a otras causas también muestran una menor incidencia de ocurrencia en los primeros años. Esto también es esperado porque ellos están sujetos a factores aleatorios externos. El estudio de ICOLD muestra que el 33% de estos incidentes ocurren dentro los 5 años y el 42% dentro los 10 años de operación. La USCOLD no muestran incidentes debido a otras causas que ocurren dentro los primeros 10 años de operación.

Usando el conjunto de datos completos, se hizo un análisis más amplio, incluyendo los incidentes que ocurren después de más de 10 años de operación. Los datos se analizaron para ver si la causa predominante de los incidentes cambia con la edad de la presa. Las Tablas 8 y 9 dan los resultados para los datos de ICOLD y USCOLD, respectivamente. Los datos se evaluaron para presas de concreto y de terraplén y la información combinada.

En los datos de USCOLD, se dá más peso a la información de terraplén porque más del 80% de la información proviene de la categoría terraplén. No obstante, los resultados de las presas de concretos son generalmente similares a los resultados de terraplén. Los resultados combinados son presentados debido a que están basados en una muestra más grande. En los primeros 5 años, la durabilidad es la causa primordial de incidentes, representando más del 50%. En el segundo periodo de 5 años, 6 años y hasta 10 años, la estabilidad es la causa principal de incidentes. Durante los primeros 10 años la causa de funcionamiento contribuye a los incidentes, pero menos que las causas de estabilidad y durabilidad. Desde el llavo. al 30avo. año de operación, las causas de incidentes son aún más distribuidos entre la estabilidad, durabilidad y funcionamiento. El funcionamiento llega a ser ligeramente mayor durante este periodo, debido a que los embalses se encuentran en pleno período de operación y están más sensibles para el caudal de la tormenta de diseño. En el próximo periodo de 20 años, para 31 a 50 años de operación, la durabilidad vuelve a ser la causa principal. Esto es razonable porque

Tabla 8: Porcentaje de incidentes* debido a cada causa de incidente ocurrido durante los períodos de la vida operativa de la presa para tipos de presa de concreto, terraplén y combinada basado en los datos a partir del estudio de ICOLD.

Tipo de Presa	Causa de Incidente	Años de Operación antes del Incidente*				
		0-5	6-10	11-30	31-50	51-Max.
Concreto (45 total incidente)	Estabilidad	39.3	-	36.4	20.0	-
	Durabilidad	50.0	-	36.4	40.0	-
	Función	7.1	-	18.2	40.0	-
	Otros	3.6	-	9.0	-	100.0
Incidentes reportados ocurridos durante la vida de operación		28	0	11	5	1
Terraplén (132 total incidente)	Estabilidad	37.3	35.7	30.8	27.3	100.0
	Durabilidad	46.3	50.0	33.3	36.4	-
	Función	11.9	7.1	25.6	27.3	-
	Otros	4.5	7.1	10.3	9.0	-
Incidentes reportados ocurridos durante la vida de operación		67	14	39	11	1
Combinado** (180 total incidente)	Estabilidad	37.5	35.7	31.4	25.0	66.7
	Durabilidad	47.9	50.0	35.3	37.5	-
	Función	10.4	7.1	23.5	31.3	-
	Otros	4.2	7.1	9.8	6.2	33.3
Incidentes reportados ocurridos durante la vida de operación		96	14	51	16	3
tasa de promedio de ocurrencias/año		19.2	2.8	2.5	0.8	-

* Incluye F1, F2 y los incidentes A1

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Tabla 9: Porcentaje de incidentes* debido a cada causa de incidente ocurrido durante los periodos de la vida operativa de la presa para tipos de presa de concreto, terraplén y combinada basado en los datos a partir del estudio de USCOLD.

Tipo de Presa	Causa de Incidente	Años de Operación antes del Incidente*				
		0-5	6-10	11-30	31-50	51-Max.
Concreto (31 total incidente)	Estabilidad	26.7	66.7	25.0	25.0	-
	Durabilidad	53.3	33.3	25.0	37.5	-
	Función	20.0	-	50.0	37.5	100.0
	Otros	-	-	-	-	-
Incidentes reportados ocurridos durante la vida de operación		15	3	4	8	1
Terraplen (140 total incidente)	Estabilidad	27.0	38.9	33.3	8.3	52.9
	Durabilidad	55.5	33.3	30.0	41.7	35.3
	Función	17.5	27.8	30.0	25.0	11.8
	Otros	-	-	6.7	25.0	-
Incidentes reportados ocurridos durante la vida de operación		63	18	30	12	17
Combinado** (174 total incident)	Estabilidad	26.6	42.9	31.4	15.0	52.6
	Durabilidad	55.7	33.3	28.6	40.0	31.6
	Función	17.7	23.8	34.3	30.0	15.8
	Otros	-	-	5.7	15.0	-
Incidentes reportados ocurridos durante la vida de operación		79	21	35	20	19
Tasa de promedio de ocurrencias/año		15.8	4.2	1.8	1.0	-

* Incluye F1, F2 y los incidentes A1

** Incluye los tipos de presas misceláneos

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

los materiales utilizados en la presa van envejeciendo. Después de 50 años de operación, los problemas de estabilidad son la causa principal de incidentes.

Los datos producidos por ICOLD dan resultados ligeramente diferentes. La durabilidad fue la causa principal de incidentes a través de todo el estudio. En los primeros 10 años la durabilidad representó cerca del 50% de los incidentes; disminuyendo a 35% para los años 11 al 50. Los problemas de estabilidad son los responsables por el 37.5% de los incidentes en los primeros 5 años y disminuyen lentamente al 25% para la categoría de 31 a 50 años de operación. La combinación de las causas de funcionamiento y otras, se comportaron similarmente en los resultados del estudio de funcionamiento de USCOLD, comenzando como un bajo porcentaje y volviéndose más importante después de diez años de operación.

Como los años de operación aumentan, el número promedio de incidentes registrados por año disminuye. En la muestra, de 31 a 50 años de operación, ocurrieron solamente 20 incidentes o un promedio de un incidente por año. Esta pequeña muestra conduce a un dato interesante, pero no bien documentado. En el estudio de ICOLD, no hay suficientes datos para hablar sobre las ocurrencias después de 50 años de operación.

2.4.4 Sinópsis de los resultados del análisis

Según los estudios de la ICOLD y USCOLD, la mayoría de los incidentes ocurrieron en los primeros años de vida de la presa, dentro de los primeros diez años de operación. En este período se debería realizar un monitoreo intensivo sobre problemas. En la vida de la presa, la categoría de durabilidad tiene la más alta ocurrencia de incidentes. Las presas de terraplén tienen una alta ocurrencia de problema de infiltración, y las presas de concreto tienen una alta ocurrencia de problemas de deterioro. Los problemas de estabilidad siguen a los problemas de durabilidad, especialmente en los años siguientes. Los problemas encontrados en la categoría de funcionamiento se vuelve más comunes después que la presa ha estado en operación por varios años. Los otros problemas son raros y representan



menos del 7% de todos los problemas.

2.5 Conclusión

Examinando las causas de los accidentes y fallas ocurridas en el pasado, se puede definir qué buscar en las inspecciones futuras. Se revisaron varios estudios sobre las causas de las fallas y accidentes en presas. En los estudios se usaron diferentes informaciones de bases y sus resultados varían considerablemente. Se seleccionaron tres estudios para un análisis detallado: Estudio de la Comisión Internacional de Grandes Presas, ICOLD (23), estudio del Comité de Grandes Presas de los Estados Unidos, USCOLD (16), y el informe de avance de 1980 del Congreso (43) sobre la Ley Nacional de Inspección de Presas de 1972, la cual se discutirá en el próximo capítulo.

Los estudios de la ICOLD y USCOLD sobre incidentes en presas produjeron resultados sobre las causas de los accidentes. Se usaron cuatro categorías de las causas de las fallas y accidentes: estabilidad, durabilidad, funcionamiento y otras causas. La información reveló que los problemas de durabilidad son los más importantes en las fallas o accidentes, representando más de 40%. Los problemas de estabilidad le siguen en importancia, representando más de 30% de los accidentes y fallas. Los problemas de funcionamiento representaban aproximadamente un 20% del total, y los otros problemas, el restante (10%).

Bajo durabilidad, la causante de la mayoría de los problemas, filtración es el principal problema en las estructuras de terraplén, y el deterioro es el responsable por la mayoría de los incidentes en estructuras de concreto. Estos dos problemas que son los responsables por la mayoría de las fallas y accidentes en presas deben ser inspeccionados rutinariamente y de forma continua.

La información de los estudios reveló que la mayoría de las fallas y accidentes ocurren en los primeros diez años de operación. Aún cuando esto no da una guía específica sobre qué inspeccionar, ello indica que la presa debe ser vigilada en sus primeros años de operación.



CAPITULO III

PROGRAMAS ESTATALES Y FEDERALES

3.1 Introducción

Para que las inspecciones en seguridad de presas sean más efectivas, necesitan completarse de una manera oportuna. Para ayudar a asegurar que las inspecciones sean hechas, la autoridad gubernamental puede legislar dictando guías mínimas sobre los intervalos entre las inspecciones y la naturaleza de las mismas. Generalmente, la autoridad gubernamental es el Estado en el cual está ubicada la presa.

El gobierno federal también tiene presas bajo su autoridad. Existen 12 agencias federales que tienen presas en su jurisdicción: La Comisión Reguladora de Energía Federal (FERC), Cuerpo de Ingenieros del Ejército (COE), Administración de Orden y Seguridad Minera (MESA), Servicio Forestal (FS), Servicio de Conservación de Suelos (SCS), Oficina de Asuntos Indígenas (BIA), Bureau of Reclamation (BUREC), Oficina de Deportes, Pesca y Vida Silvestre, Servicio de Geología (USGS), Comisión de Agua y Límites Internacionales (IBWC) y la autoridad del Valle de Tennessee (TVA). Estas agencias en forma combinada controlan más de 17,000 presas con más de 14,000 bajo la jurisdicción del servicio forestal.

Se revisaron el informe de avance de 1980 y el informe final de 1982 sobre la Ley Nacional de Inspección de Presa de 1972 (PL92-367), y varios programas federales y estatales para determinar el estado y el contenido de los programas actuales. Se discute sobre la información de la organización, legislación, métodos de planificación, presupuestos y responsabilidades de los programas.

La Ley Nacional de Inspección de Presas, vé los programas estatales de un punto de vista central y define la efectividad de sus programas basándose en los resultados de las inspecciones realizadas bajo la jurisdicción del acto. Los resultados de las inspecciones realizadas después de 1980, se analizaron estadísticamente para encontrar las razones de porque



las presas fueron evaluadas como no seguras. Estas evaluaciones son comparadas con los resultados previamente encontrados sobre las causas de accidentes y fallas en presas y se discuten las implicaciones de esta comparación.

3.2 Estado de los Programas

3.2.1 Investigación de los Programas Estatales y Federales por COE

En 1975, la COE investigó las agencias federales y estatales sobre su legislación y programas que tratan con la seguridad de presas. En ese tiempo once estados, con más de 16,000 presas, no ejercían la supervisión en las presas, en las áreas de diseño, construcción, operación o mantenimiento. Adicionalmente cinco estados, que tienen más de 5,000 presas, no tenían el control sobre la operación y mantenimiento de las presas después de su construcción.

En la Tabla 10 se listan los Estados que carecían de legislación para su programas de seguridad de presas en 1975. Casi la mitad de todos los Estados indicaron que su regulación en seguridad de presas no satisfacía completamente sus necesidades. (El número de presas atribuidos a estos Estados están basados en el número inventariado para cada Estado bajo la Ley Nacional de Inspección de Presas de 1972, (PL92-367).

Se aplicaron a las agencias federales cuestionarios similares a los aplicados a las estatales. A partir de las respuestas de las agencias federales, en 1975, todos tenían programas que ejercían control sobre el diseño, construcción, operación y mantenimiento de sus presas. El SCS dió asistencia técnica a los responsables locales que tienen a su cargo la operación y el mantenimiento de las presas, así la SCS no tiene regulaciones que cubren estas áreas.

En un informe de avance sometido al Congreso al final de 1980, en conjunto con la PL92-367, el COE clasificó los estados en base de sus programas de seguridad de presas. Se encontró que 30 Estados tienen programas adecuados. Se agregó al informe una justificación,

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Tabla 10. Estados faltantes de legislación sobre seguridad de presa como la del 1975.

No Legislacion en Seguridad de Presas	No Legislacion sobre seguridad de presas depues de la construcción
Alabama	Connecticut
Alaska	Delaware
Georgia	Kentucky
Hawaii	New Mexico
Illinois	New York
Louisiana	
Maine	
Missouri	
Montana	
South Carolina	
Virginia	



diciendo que algunos de los Estados le podrían faltar fondos para desarrollar sus programas. Los otros 20 programas estatales eran inadecuados, sobre la base de la falta de legislación, prácticas reguladoras, personal técnico y/o fondos estatales. La Tabla 11 relaciona los Estados y el número de presas inventariadas en cada Estado por la clasificación de su programas. El número total de presas localizadas en Estados con programas inadecuados fue de 25,384.

Los 6 Estados que no tenían legislación en 1975 eran; Georgia, Illinois, Kentucky, New Mexico, New York y Virginia. Todos avanzaron hasta tener programas adecuados en 1980.

Como se mencionó anteriormente, la falta de presupuesto adecuado para implementar un programa puede hacer al programa inefectivo, aunque esto no se requería para que un programa fuera considerado adecuado. En este sentido, esto puede ser peor que tener un programa inadecuado porque el público puede tener una falsa impresión de seguridad al saber que tiene un programa que legisla en los libros.

El informe final del 1982 al Congreso sobre la PL92-367 dió a conocer algunos cambios a la clasificación de los programas estatales. El mismo criterio usado en el informe 1980, requiriendo una legislación adecuada, prácticas reguladoras y personal técnico, pero no requiriendo fondo estatales se usó para definir una clasificación del programa adecuado. Veintiseis programas estatales recibieron una clasificación de adecuada y 22 obtuvieron una clasificación de inadecuada. Dos estados, Iowa y Carolina del Sur, mejoraron su clasificación. No obstante, seis Estados bajaron de una clasificación de adecuada a la de inadecuada. Todos estos Estados, Kansas, Michigan, Mississippi, New York, Ohio y Virginia del Este, retuvieron algunas de sus prácticas reguladoras pero no tuvieron ni el personal técnico ni los fondos estatales necesarios para sus programas. Además, la legislación de seguridad de presas de Virginia del Este no fue considerada adecuada. Los programas de Dakota del Sur también retrocedieron. A su clasificación como inadecuados en el informe del 1980, el informe

Tabla 11. Número de presas inventariadas en cada estado como el de 1980 bajo la ley Nacional de Inspección de Presas de 1972 mediante la clasificación de Programa de Seguridad de Presas.

Estados con Programas Adecuados		Estados con Programas Inadecuados	
Estados	Número* de Presas	Estados	Número de Presas*
Arizona	384	Alabama**	1787
California	1275	Alaska	116
Colorado	1805	Arkansas	1083
Georgia	3331	Connecticut	728
Idaho	366	Delaware**	95
Illinois	921	Florida	641
Indiana	793	Hawaii**	123
Kansas	5030	Iowa	2054
Kentucky	1033	Louisiana	340
Maryland	203	Maine	628
Michigan	748	Massachusetts	1300
Minnesota	859	Missouri	3598
Mississippi	3006	Montana	3330
Nebraska	1711	Nevada	185
New Jersey	805	New Hampshire	595
New Mexico	418	Oklahoma	4168
New York	1473	South Carolina	1938
North Carolina	1617	South Dakota	1995
North Dakota	382	Vermont	252
Ohio	1013	Washington	428
Oregon	648		
Pennsylvania	1099		
Rhode Island	143		
Tennessee	824		
Texas	5514		
Utah	382		
Virginia	1396		
West Virginia	472		
Wisconsin	999		
Wyoming	1471		
Total	40121	Total	25384

* Números de la Tabla 1 (43).

** Estados sin legislación decretada el año 1980.



del año 1982 añadió a Dakota del Sur en la categoría de estados con legislación de seguridad de presa no decretada. Por el lado positivo, el informe del 1982 señaló a 16 Estados con programas que son completamente adecuados incluyendo sus fondos estatales. Estos son: Arizona, California, Colorado, Georgia, Kentucky, Maryland, Nebraska, New Jersey, New Mexico, Dakota del Norte, Pennsylvania, Rhode Island, Carolina del Sur, Texas, Utah y Wyoming. Especialmente importante es la presencia de Carolina del Sur en la lista, considerando que fue clasificada como inadecuada en el informe de 1980.

Estos tres estudios indicaron que el estado de un programa de seguridad de presa, puede cambiar en cortos periodos de tiempo. Si se tiene un programa adecuado en el presente, no se garantiza lo mismo para el futuro.

3.2.2 La Ley Nacional de Inspección de Presas

a. Descripción

La Ley Nacional de Inspección de Presas del año 1972 fue implementada para trabajar sobre un programa nacional de inspecciones de presas no federales. Tuvo tres propósitos: (1) hacer un inventario de las presas de los Estados Unidos; (2) Inspeccionar las presas no federales inventariadas y dar los resultados de la inspección y recomendar medidas apropiadas al gobierno, y por último, proveer un informe al Congreso sobre las actividades ejecutadas bajo esta ley y dar recomendaciones para un programa nacional de seguridad de presas.

b. Avances

1. 1971 - 1972: Primeras actividades

A continuación se presenta una lista cronológica de los programas, actos y eventos relacionados a la Ley Nacional de Inspección de Presas y la seguridad de presas.



- Febrero de 1971: Casi falla de la presa Lower Van Norman durante el terremoto de San Fernando; comunidad de 80,000 personas fue amenazada .
- Junio de 1972 : Falla en la presa de Canyon Lake contribuyó a la inundación de Rapid City en Dakota del Sur.
- Julio de 1972 : El Congreso pasó la legislación para la Ley Nacional de Inspección de Presas de 1972.
- Agosto de 1972: El Presidente firmó la Ley PL92-367.
- Febrero de 1972: Falla en la estructura de saneamiento de la mina Buffalo Creek; más de 100 personas murieron.
- Mayo de 1975 : Informe del Cuerpo de Ingeniero de las Fuerzas Armadas al Congreso incluyendo una encuesta de las instituciones federales y del Estado, (Programa Nacional de Inspección de Presas).
- Junio de 1976 : La presa Teton falla en Idaho.
- Noviembre 1976: Informe de Avance sobre la PL92-367 se sometió al Congreso.
- Noviembre 1977: El Presidente solicitó iniciar las inspecciones bajo la Ley P92-367.
- Diciembre 1980: El informe de avance sobre ley PL92-367 se sometió al Congreso.

Aunque el proyecto se volvió ley en el 1972, las presas no fueron inspeccionadas hasta 1977. Hasta entonces, se había trabajado solamente en el inventario, la revisión de los programas actuales, el desarrollo de una publicación de manuales

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

para la inspección de seguridad y las recomendaciones para un programa nacional de seguridad de presas. Un informe sobre el trabajo que cita la Ley PL92-367 se envió al Congreso en Noviembre de 1976.

La falta de inspecciones se debió a las limitaciones de fondos y a la posición del gobierno federal en el sentido que la seguridad de las presas no federales era una responsabilidad del Estado. La acción tomada durante este periodo fue planificada para dar asistencia a las agencias estatales para mejorar y desarrollar sus programas. No obstante, en Noviembre de 1977, el Presidente Carter ordenó que comiencen las inspecciones de las presas no federales bajo la Ley de 1972.

En los Estados Unidos hay un patrón de acción sobre los programas de seguridad de presas siguiendo estrechamente las fallas de presas. Varias fallas en las presas alrededor del país ayudó a estimular la promulgación de la Ley PL92-367 al principio de los años 1970. Es posible que la decisión del Presidente Carter para implementar la fase de inspección de los programas, también fuera influenciada por la falla reciente en la presa Teton en Idaho.

2. 1977 - 1980: Inspecciones y Resultados

Las presas inventariadas se clasificaron respecto a peligro como: alto, significativo o bajo. Las presas a ser inspeccionadas bajo la Ley PL92-367 se clasificaron como estructuras de alto peligro, es decir, aquellas presas en las cuales las fallas podrían causar las pérdidas de muchas vidas o resultar en pérdidas económicas excesivas para las comunidades, industrias o agricultura. Mas de 9,000 presas cayeron en esta categoría.

Se programó, también, para inspección una muestra de las presas en la categoría de peligro significativo. La categoría de peligro significativo incluyó las presas en las cuales una falla

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

podría causar pérdidas a pocas vidas y pérdidas económicas apreciables. Podía existir un número pequeño de estructuras inhabitables en el área, así que las pérdidas económicas se centralizarían notablemente en agricultura, industria y otras estructuras.

A partir del muestreo de las inspecciones para las presas de peligro significativo, solamente el 5% de las presas inspeccionadas se evaluaron como no seguras. En esta circunstancia, parece ser que no sería justificable, bajo esta ley, inspeccionar todas las presas de peligro significativo.

De las 6,632 inspecciones a las estructuras de alto peligro, completadas al final del 1980, 1,927 presas ó el 29% se encontró como inseguras. Se encontraron 97 presas que necesitaban trabajo de emergencias incluyendo 18 que fueron erosionadas. Las inspecciones se relacionaron considerando los atributos inseguros de la presa, más que las causas de los incidentes reales a partir de los otros estudios anteriormente discutidos. De las presas encontradas inseguras, las deficiencias principales fueron el componente de control inoperable y defectos en el componente estructural, lo cual representaba 2.7% cada uno. La inestabilidad de la estructura representaba un 6.2% y la infiltración un 9%. La mayoría de las presas inseguras (78.1%) tenían capacidad inadecuada del aliviadero. El resto (1.3%) fueron clasificadas como teniendo otras deficiencias.

El porcentaje de las presas encontradas inseguras varía de un Estado a otro. Los Estados de Louisiana y Oregon no tenían presas inseguras, mientras que Virginia del Este informó como inseguras el 67.3% de sus presas inspeccionadas. Desde 1980 se han completado cerca del 73% de las inspecciones programadas y los números por Estado específico pueden cambiar cuando se acaben todas las inspecciones. Los programas estatales de seguridad de presas existentes pueden ser responsables porque



algunos Estados tengan mejores registros que otros. De un Estado para otro, hubo, también, una variación en la aplicación de los criterios de evaluación hidrológica, hidráulica, y geotécnica que condujo a inconsistencias para percibir los casos problema.

Las razones encontradas en la Ley Nacional de Inspección de Presas para las evaluaciones de inseguridad se presentan en la Tabla 1 para comparación con las causas de fallas presentadas en los otros estudios revisados.

Para una mejor comparación de los estudios ICOLD y USCOLD, las razones que se encontraron para que una presa sea insegura son interpretadas bajo las categorías de las causas de incidentes usada por la ICOLD y USCOLD. Los problemas de durabilidad representaban 9% de las evaluaciones de inseguridad. La estabilidad fue responsable del 6.2%, y los problemas de funcionamiento fueron como lo más común con un 83.5%, y otros problemas completaron la cuenta con 1.3%. Bajo la categoría de funcionamiento, la razón predominante para una evaluación de inseguridad fue la capacidad inadecuada de los aliviaderos. Estos resultados basados en las evaluaciones de inseguridad, no reflejan las causas reales de las fallas y accidentes encontrados en los estudios de la ICOLD y USCOLD.

La diferencia apreciable entre los resultados de inspección por la Ley Nacional de Inspección de Presas y los otros estudios revisados, es el alto porcentaje clasificado como inseguro debido a una capacidad inadecuada de los aliviaderos. De las 1,937 presas encontradas como inseguras, el 78% se debió a la capacidad inadecuada del aliviadero. En el informe de la ICOLD se mostró que 15 de los 193 incidentes reales o el 8% fueron debido a la capacidad inadecuada de los aliviaderos. La USCOLD informó que 18 de los 176 incidentes reales o el 10% se debieron a la misma causa. Según otros estudios revisados anteriormente, cinco reportaron entre 23 y 25% de los incidentes debido a la capacidad inadecuada del aliviadero o ahogamiento.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Una de las razones para la gran discrepancia entre los incidentes reales y las evaluaciones de inseguridad es el criterio para el tamaño del aliviadero de presas con peligros altos usada por el Cuerpo de Ingenieros (COE) en el programa nacional. La avenida de diseño del aliviadero, la cual debe ser capaz de pasar libremente, para estar de acuerdo con las normas de la capacidad de aliviadero del COE. Esta es la avenida máxima probable (PMF) para presas mayores de 40 piés de altura o con una capacidad de almacenamiento mayor a 1,000 acre-pie. La mitad del PMF se considera como adecuada para presas menores. Esta norma se modificó para la mitad del PMF para cualquier tamaño de presas de peligro alto, en la mayoría de los casos; es obvio que la mayor parte en las presas de alto peligros no satisfacen los requerimientos.

Otro factor para el estudio nacional, es el alto porcentaje de presas con el vástago del aliviadero inadecuado a partir de los segmentos de presas cubiertas por el estudio. Los informes ICOLD y USCOLD se refieren a las grandes presas, con alturas mayores de 45 pies. El Programa Nacional de Inspección de Presas incluye presas con altura mayor de 6 pies. De las 63,543 presas incluídas en el inventario nacional, 87% tenían una altura estructural de menos de 40 pies. En general, las presas más grandes son más propensas a someterse a un procedimiento de diseño más riguroso que las presas pequeñas, y por lo tanto son más propensas a incluir un aliviadero diseñado para cumplir con las normas nacionales. Se puede concluir que el alto porcentaje de las pequeñas presas incluídas en el estudio nacional, conduciría a un porcentaje más alto en los problemas esperados debido a la capacidad inadecuada del aliviadero que son para las presas grandes. No obstante, no es probable que este factor sea responsable por la diferencia total entre los estudios.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

La presencia del gran porcentaje de las evaluaciones inseguras debido a la capacidad inadecuada del aliviadero hace que sea difícil llegar a conclusiones sobre las causas potenciales de los problemas en las presas. No es factible descartar temporalmente la categoría de la inadecuada capacidad del aliviadero para considerar a las categorías restantes, porque la capacidad del aliviadero puede ser tan severamente inadecuada en algunos casos, que debe retenerse como la deficiencia primordial. En otros casos, donde la capacidad de adecuación del aliviadero es cuestionable, otras deficiencias pueden aún poner la presa insegura y se necesitaría designar una nueva deficiencia primaria.

Las inspecciones que resultaron en clasificación insegura, incluyeron recomendaciones para las acciones apropiadas a ser llevada a cabo para corregir las deficiencias. La información disponible en el Informe de Avance de 1980 al Congreso indica que los propietarios de presas no estaban implementando las acciones para remediar estas deficiencias en un grado satisfactorio. La principal razón dada para no llevar a cabo estas acciones de remediar las deficiencias fue la falta de fondos adecuados y la no aceptación del criterio usado para la capacidad del aliviadero.

El criterio de la capacidad del aliviadero se revisa con más detalles en la sección de mejoramiento de programa, de este capítulo. Se separó por la alta incidencia de inseguridad debido a este problema y por la no aceptación del criterio usado por los propietarios de presas.

3. 1980 - Presente

La inspección de las presas bajo la Ley PL92-367 se completó el 30 de septiembre de 1981. Se inspeccionó un total de 8,818 estructuras de alto peligro. También, se completó la inspección de una muestra de presas de peligro significativo. Un total de 98 presas en la categoría de peligro significativo fueron inspeccionadas. Las cifras actualizadas

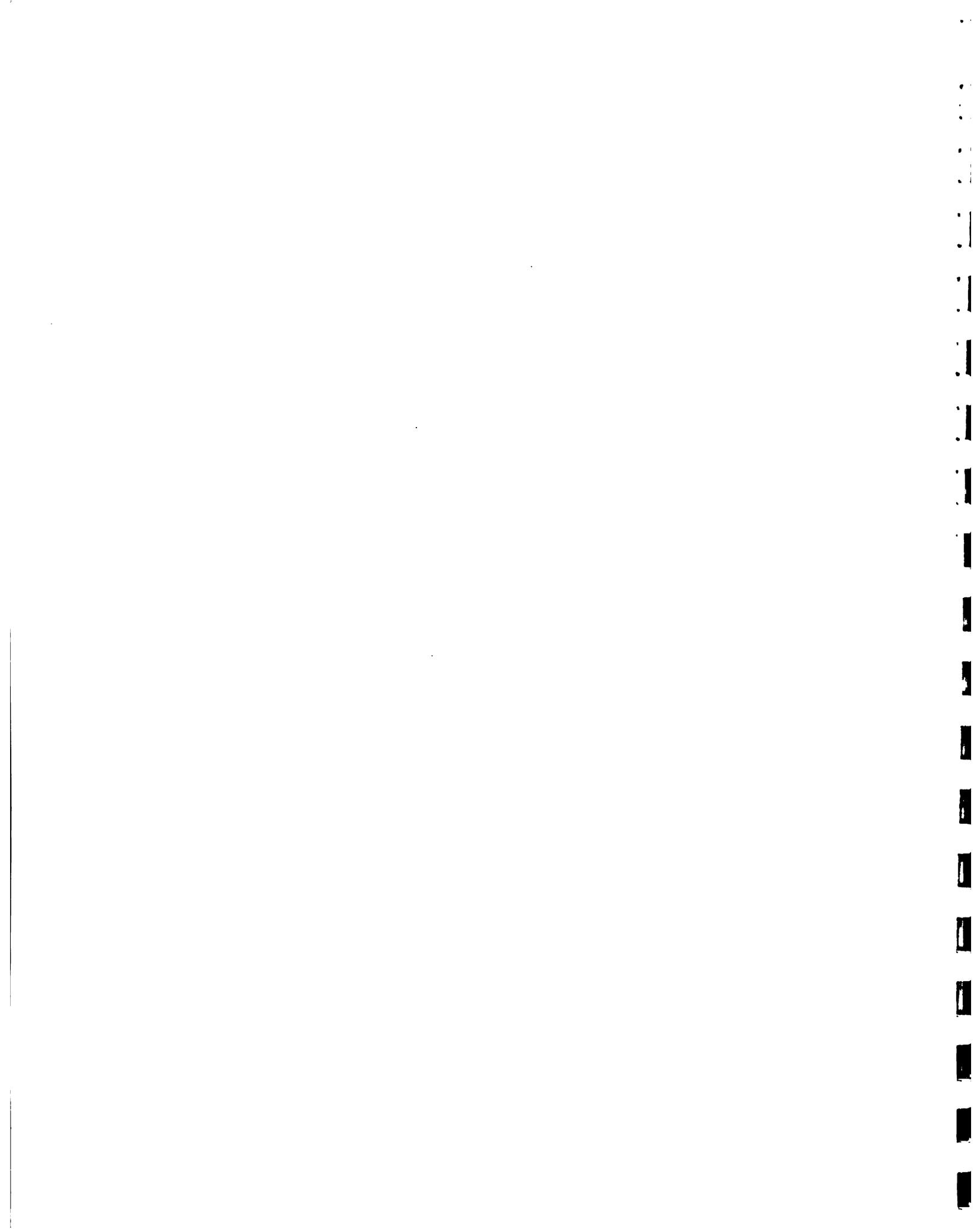
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

de los resultados de las inspecciones completadas se presenta a continuación.

En la categoría de peligro significativo, 9 de las 98 presas, o 10%, fueron encontradas inseguras. Esta cifra es más alta que el 5% informado en el año 1980, pero aún se considera lo suficientemente bajo para justificar la inspección del resto de las presas de peligro significativo.

El porcentaje de presas en la categoría de peligro alto encontrada inseguras en la conclusión de las inspecciones es también mayor que las reportadas en 1980. De las 8,818 presas inspeccionadas, 2,925 o el 33% se encontraron inseguras. La distribución de las deficiencias primarias citadas como la causa para una clasificación insegura no cambiaron significativamente desde el informe de 1980. La distribución final de las deficiencias primarias y sus respectivos porcentajes son: componente de control inoperable 1.9%; componentes estructurales defectuosos 2.7%; inestabilidad de estructuras 5.4%; infiltración 7.7%; capacidad inadecuada del aliviadero 81.5%; y otras 0.8%. Debido a que no hay un cambio apreciable en las cifras entre los informes de 1980 y 1982, no se repitió la comparación de los estudios de la ICOLD y USCOLD.

El porcentaje de las presas encontradas como inseguras varía ampliamente entre los Estados. En algunos casos los porcentajes reportados de estructuras inseguras cambió significativamente al final de todas las inspecciones. Louisiana todavía tenía 0% de inseguridad, pero el registro de Oregon creció de 0% en el 1980 al 15% en el 1981. Virginia del Oeste reportó 67.3% de sus estructuras inspeccionadas como inseguras en el 1980, pero redujo esa cifra a 35.8% en el 1981. Los Estados con menos de un 10% de sus estructuras encontrada como insegura al término de todas las inspecciones son: Louisiana 0%, California 3.3%, New Hampshire 5.2%, Maine 7.8%, North Dakota con 8.8%. En los otros Estados con altos porcentajes de presas



inseguras, incluyen: Missouri con 74.3%, Georgia 73.4%, y South Carolina con 71.8%.

Una rápida revisión revela que Georgia y Carolina del Sur son incluidas en la lista de los estados que tienen programas completamente adecuados, aunque ellos muestran todavía algunos de los más altos porcentajes de estructuras inseguras. Una posible explicación a esto está ligada al reciente mejoramiento de sus programas. A partir del cuestionario del COE en 1975, ningún de estos Estados informó legislación existente sobre seguridad de presa. El informe de avance de 1980 sobre la Ley PL92-367 todavía clasificó al programa de Carolina del Sur como inadecuado y en el caso de Georgia se consideró que tenía un programa adecuado.

3.3 Programas Existentes de Inspección

3.3.1 Datos

Se contactaron los Estados con programas de seguridad de presas adecuados, como el de 1980, y se solicitó información y documentación de sus programas. De los 30 estados que se les solicitó información, 28 contestaron. También se contactaron cinco de las instituciones federales con presas en su jurisdicción. Estas son: The International Boundary and Water Commission (IBWC), Tennessee Valley Authority (TVA), Army Corps of Engineers (COE), Bureau of Reclamation (BUREC) y el Federal Energy Regulatory Commission (FERC). El Federal Emergency Management Agency (FEMA) envió información adicional.

La documentación se revisó para información sobre organización del programa, legislación, los aspectos de planificación, métodos de presupuesto, y los estatutos de responsabilidad. A partir de esta revisión, es obvio que existen numerosas formas para establecer un programa de seguridad de presas. Aquí se presentan las principales formas e ideas.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

3.3.2 Organización

A partir de la revisión de los documentos federales y estatales sobre los programas de seguridad de presa, se encontraron dos métodos básicos de organización: Los métodos centralizados y los descentralizados.

Los programas centralizados cubren la base de las autoridades gubernamentales. El método centralizado se encuentra a menudo a nivel estatal con un departamento de estado que vigila el programa de seguridad de presas. Este departamento es generalmente el departamento de recursos naturales, recursos hidráulicos, o recursos agrícolas e informa al ingeniero estatal. Es posible que más de un departamento esté involucrado pero cada departamento involucrado tiene amplia jurisdicción estatal.

Los programas descentralizados operan fuera las varias oficinas menores esparcidas alrededor de la base de la autoridad gubernamental. Normalmente, todas las oficinas están regidas por la misma legislación. Esta es la organización para varias oficinas federales con oficinas regionales a través del país. Esto también se encuentra a nivel del Estado. Al menos una vez, el programa estatal de seguridad de presa se enmarcó a nivel de condado a través de la oficina del comisionado de drenaje.

Los programas centralizados tienen la ventaja de ser capaces de alcanzar un nivel uniforme de esfuerzos a través del área de jurisdicción. Los programas centralizados también permiten la centralización de la experiencia. Todos los ingenieros y expertos en el programa de seguridad de presas estatales, por ejemplo, están en el mismo departamento y pueden ser utilizados más efectivamente que si estuvieran esparcidos por todo el Estado. En muchos casos, esto es discutible porque los estados a menudo tienen dificultad de pagar salarios competitivos y la industria privada retiene los expertos. Si este es el caso, sería necesario contratar expertos en base a contratos cuando sea necesario.

11/11/11

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

En un programa descentralizado, los problemas individuales pueden ser manejados más fácilmente. Con una pequeña área a cubrir, los problemas y necesidades especiales del área puede ser mejor evaluadas.

3.3.3 Legislación

a. Cobertura de la legislación

A continuación se discute las varias áreas que pueden ser cubiertas por la legislación de los programas de seguridad de presas. Se describen brevemente siete áreas encontradas en los programas actuales. También, se discute el almacenamiento y la recuperación de la información; y la inclusión de estos artículos que conducen a programas de operación más eficientes.

La primera área es sobre programa y políticas, la cual debe incluir las normas y regulaciones que deben satisfacer las presas. Estos serían los requerimientos mínimos de tal forma que la creatividad en el diseño de presas no sea restringida.

Segundo, debería permitirse alguna especie de revisión técnica periódica a las normas y regulaciones. Esto prevendrá a los programas de volverse anticuados y fuera de foco, con ideas modernas.

El tercer aspecto son los requisitos sobre los procedimientos y chequeos a ser continuados durante el diseño y construcción de nuevas presas y las modificaciones mayores de presas antiguas.

El cuarto aspecto trata de las leyes concernientes a las inspecciones periódicas de las presas. Ellas deberían cubrir el intervalo máximo entre las inspecciones y una idea de que se cubrirá. A diferentes intervalos, se pueden requerir diferentes niveles de inspecciones tales como el formal e informal. Se pueden utilizar las normas y procedimientos generales para las inspecciones. Los aspectos individuales a ser inspeccionados generalmente no se incluyen en la legislación pues ellos varían con

1000



cada presa.

La operación de la presa, incluyendo el mantenimiento, es el área siguiente que se debe cubrir, para asegurar que la presa esté siendo operada y mantenida de una manera satisfactoria.

La próxima área no trata directamente con las presas pero sí con el manejo de programas de seguridad de presas. Deben hacerse provisiones para asegurar que los programas legislados sean implementados y permitir periódicamente una revisión completa de todo el programa y también debe proporcionar un programa de entrenamiento relacionado a la seguridad de presas, si se encuentra necesario.

Lo final y quizás el aspecto más importante de la legislación concierne al método de presupuesto usado para ejecutar el programa. Un programa bien concebido no valdrá mucho, si no tiene los fondos de respaldo.

Un punto adicional que podría considerarse es un programa para almacenar y recuperar información sobre presas individuales. Un sistema de levantamiento de información podría implementarse a nivel estatal a través de la institución que maneja el programa de seguridad de presas. La información almacenada podría incluir las características básicas de las presas, los registros de diseño, construcción e inspección.

La información almacenada podría clasificarse en diferentes formas para que sean accesibles a varios usuarios: (1) por el nombre y la ubicación para accesos directos de casos individuales. Para futuras inspecciones o cualquier trabajo asociado con presas, entonces se tendría fácil acceso a una buena base de datos; (2) la información podría clasificarse por el tipo y el tamaño de las características de la presa. Esto sería útil para los operadores interesados en comparar su método de operación o problemas con presas similares. La información sobre presas existentes podría ser también utilizada por los diseñadores de nuevas presas para encontrar los diseños que tengan un buen comportamiento y evite



la repetición de problemas.

Para que sea más beneficioso, se debe desarrollar un formato normalizado para el uso a través de toda la nación. Con un sistema normalizado estaría disponible una base de información más amplia y facilitaría la accesibilidad para el personal y los consultores que trabajen con presas en varios estados. Para desarrollar semejante programa, la asistencia a nivel nacional sería de mucha utilidad. Los datos del inventario nacional están ya en un sistema computarizado. Además, la COE recomendó en su informe final al Congreso (44) que el inventario nacional de presas debe ser continuamente mantenido en el futuro. Con modificaciones para información adicional, tales como los informes de inspección y las discusiones de problemas encontrados en las presas, el inventario trabajaría como una buena base para el sistema de recuperación. Los subsidios o los fondos federales parciales para comenzar el programa aumentan la posibilidades de su implementación. Los beneficios de mejorar los programas de seguridad de presas de esta manera sería mantener el esfuerzo nacional para promover la seguridad de presa, pero todavía dejaría el control en el nivel estatal.

Si hay algún solape en las amplias categorías definidas anteriormente, se debería montar un programa completo y hacer una serie de chequeos y balances dentro del programa. Este sistema cubre las áreas que tratan con la presa y otros que sean dirigidos a hacer y mantener la presa segura.

b. Alternativas Legales

Se examinó el área de legislación que cubre la inspección periódica de presas revisando los programas federales y estatales. La legislación que cubre las inspecciones es generalmente de uno o dos tipos, ya sea, una alternativa directa de vigilancia o una alternativa de calidad en seguridad.



Con el método directo de vigilancia, los estados mantienen un control directo sobre las inspecciones requeridas por sus leyes. Esto se logra teniendo un personal estatal que inspeccione las estructuras o empleando a un consultor para que actúe en su nombre. El programa de vigilancia directa puede requerir mucho personal para completar las inspecciones, pero permite un control de cerca sobre el estado de las presas. La implementación del programa es controlada directamente por los departamentos apropiados del estado.

En un programa de calidad de seguridad, el propietario de la presa es el responsable de su inspección y mantenimiento. El estado se asegura que el propietario mantenga sus responsabilidades. Esto generalmente requiere menos tiempo del personal estatal y les permite cubrir más presas en menos tiempo que el método de vigilancia directa. También, se mantiene mejor separación entre los asuntos privados y oficiales haciendo que la operación y mantenimiento de una presa sea responsabilidad de su propietario.

La principal diferencia entre los dos métodos se refiere a quien lleva la responsabilidad para completar las inspecciones. Varios factores interconectados afectan la elección de cuál sistema usar. Aparte de quien hace realmente las inspecciones, también se debe considerar a quién le corresponde pagar los costos asociados con las inspecciones.

Si el propietario o el personal estatal conduce la inspección, ellos obviamente considerarán sus propios y mejores intereses. El hecho de que algunos problemas que requieren reparaciones costarán dinero, puede conducir a que el propietario de una presa perciba las cosas diferentemente a como la podría percibir un inspector estatal. Un ejemplo es la diferencia en percepción de un problema con respecto al tamaño de aliviadero que se encontró entre los inspectores de la COE y los propietarios durante las inspecciones de la Ley Nacional de Inspección de Presas. El empleo de consultores puede ayudar a mantener un grado de imparcialidad.

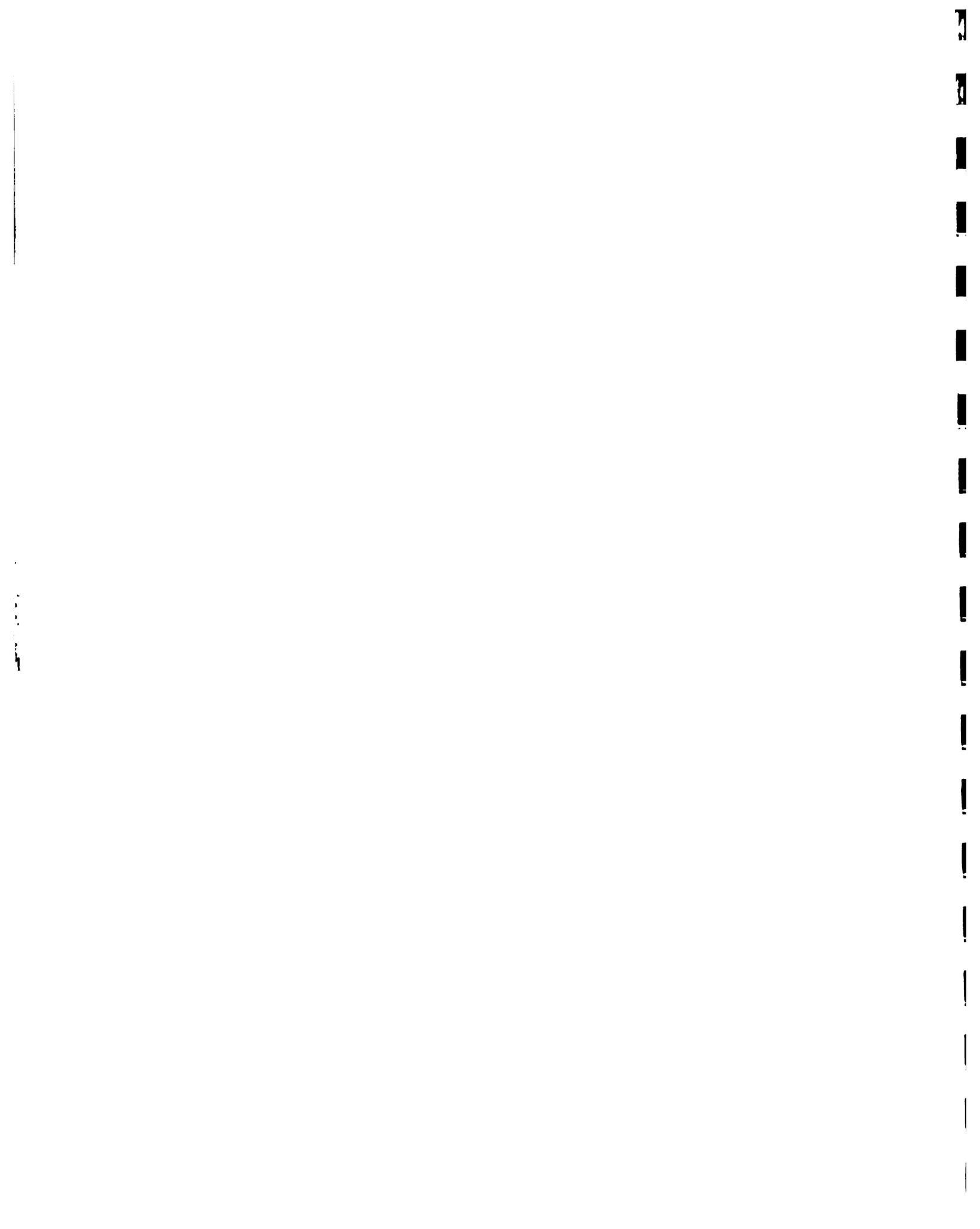


También se debe considerar la relación en el pasado del inspector con el proyecto cuando se decida quien inspeccionará la presa. El diseñador y cualquiera con experiencia previa con la presa comienza con algún conocimiento de la presa y su historia. El diseñador, especialmente, estará intimamente enterado de las necesidades de la presa. La continuidad en un mismo proyecto durante un largo periodo de tiempo reducirá la duplicación de revisiones del proyecto y permite que sean vigiladas las condiciones de desarrollo. No obstante, un inspector independiente puede aportar un nuevo punto de vista. La familiaridad con un proyecto puede resultar sobrestimar las condiciones que pueda indicar problemas, porque se han visto todo el tiempo. Alguien externo puede definir las más fácilmente como fuera de lugar. Un consultor independiente, también, generalmente no tiene interés creados en el proyecto y puede ser imparcial al evaluar sus resultados.

La elección de los métodos de vigilancia directa o de calidad de seguridad no necesariamente indica quién paga las inspecciones. No obstante, la elección indica las dos fuentes a que normalmente se recurre para los fondos: el Estado o el propietario de la presa. El propietario es considerado porque la presa es de su responsabilidad y también porque el recibe los beneficios de la presa. El Estado es a menudo citado porque el requiere las inspecciones y ellas están siendo hechas al menos en parte para proteger los ciudadanos. El costo puede ser pagado sólo, por cualquiera de las entidades o dividido entre los dos. En una oportunidad, la inspección es pagado por el Estado, al menos que la inspección indique un problema en la presa, y en este caso, debe pagar el propietario.

Si el Estado paga las inspecciones hay probablemente una mejor oportunidad de que las inspecciones sean completadas a tiempo. Sin embargo, el Estado debe asegurarse de la fuente de fondos.

Para reforzar un programa de seguridad de presas, se requiere de personal y fondos y un método para mantener la historia de los programas en las presas de su jurisdicción. Como se discutió, el



personal puede ser aportado a través de una oficina estatal, por el propietario o por consultores independientes. Los fondos generalmente se originan en el Estado o con el propietario de la presa. A menudo se usa un sistema de permisos para mantener un histórico de las presas y lograr que se cumpla con la legislación.

El objetivo final resultante de la legislación es mantener la presa tan segura, como sea posible. Las inspecciones periódicas son hechas con este fin, pero el costo de las inspecciones es el mayor obstáculo para satisfacer la meta. Entre más dinero del Estado y esfuerzo se invierta en un programa, más lenta será su ejecución. Esto favorece al método de vigilancia directa. No obstante, la falta de soporte decidido del estado y el intento por separar los asuntos privados y oficiales tanto como sea posible, hace con que se tienda para el programa de calidad de seguridad.

Como se puede esperar, cada estado tiene su propio método para combinar los esquemas de pago y los requisitos de inspectores, bajos los métodos de vigilancia directa y de calidad de seguridad. Algunos Estados usan combinaciones de las alternativas principales.

California es un ejemplo de un estado donde se usa una combinación de inspectores. Normalmente en California se realizan inspecciones fuera de las oficinas estatales. Sin embargo, cuando el Estado es también el propietario de la presa, la inspección es dirigida por un consultor externo. Esto asegura la imparcialidad en la interpretación de los resultados.

3.3.4 Planificación

Los aspectos que se cubren en la planificación de un programa de seguridad de presa incluyen aquellos relacionados a la solidez de la estructura y los relacionados con la seguridad pública. Los dos aspectos son obviamente complementarios, pero aquí se separan con el objetivo de discutirlos. Con una apropiada planificación los recursos disponibles pueden ser manejados más eficiente y efectivamente

La clasificación de peligro de cada presa obviamente se debe considerar. Las presas de alto peligro deben recibir la primera atención. Las presas de peligro significativo no deben ser descuidadas por largos periodos de tiempo, aunque los recortes en el presupuesto sean prenes. Cualquiera de las clases de presas se debe investigar si se ha registrado alguna crítica. Dentro de cada clasificación de peligro se deben evaluar las pérdidas potenciales asociadas a cada presa. Se consideran primero las pérdidas de vidas humanas. En segundo lugar están las pérdidas económicas, tales como los daños de propiedad, pérdidas de vida debido a los daños y pérdida de las funciones normales de la presa. Tercero, se deben incluir los daños ambientales.

Hay otras generalizaciones que pueden tomarse en cuenta al decidir las prioridades de inspección. Las presas modernas son generalmente más seguras que las presas más antiguas debido a las prácticas actuales de diseños. Las principales presas usualmente tienen un mantenimiento histórico mejor que las pequeñas presas o las presas tienen difícil acceso. Finalmente, se debe considerar el tipo de presa. Los diferentes tipos de estructuras de presas tienen diferentes márgenes de seguridad debido a la cantidad de diseño requerida o por los métodos modernos de construcción. Por ejemplo, una presa de arco tienen un margen de seguridad mayor que la de una presa de relleno.

Los aspectos de planificación sobre seguridad pública debería incluir la posibilidad de que una presa pueda fallar, aún con inspecciones.

El público debe ser educado de tal forma, que las personas estén prevenidas de los peligros potenciales asociados con las presas. Se debe difundir la información de los pasos a tomar en el caso de falla en la presa y se debe informar al público sobre su disponibilidad.



El público debe ser también protegido, desalentando la población en las áreas de la trayectoria de avenidas potenciales. Un método de planificación preventivo sería usar la zonificación para desalentar los usos inapropiados de la tierra.

Ejemplos de tres zonas que podrían ser delineadas dentro del área que sería inundadas en el caso de que se rompa una presa son: una área prohibida, una área restringida y un área de precaución. El área prohibida es donde no habría oportunidad de sobrevivir durante la rotura de una presa. Esta área podría usarse solamente para la agricultura. Las áreas de zonas restringidas recibirían un impacto sustancial y las actividades deberían ser severamente restringidas. En el área de precaución podría haber un impacto moderado. Las personas que utilicen esta área tendrían que ser alertadas de la posibilidad de inundación a través de los avisos y el área debe tener facilidades para evacuación. También se podría requerir que algunos edificios tengan estructuras especiales.

Para las presas existentes, sería muy difícil de implementar la idea de zonificación. Mientras los usos existentes pueden quedarse intacto, se podría restringir algunos cambios futuros a aquellos aceptables en las áreas próximas a la presa.

3.3.5 Responsabilidad

La responsabilidad para riesgo de las fallas en presas es un problema muy crítico pero que no ha sido completamente resuelto. La cuestión de la responsabilidad aumenta porque suceden las fallas en las presas. La responsabilidad es ultimamente decidida en la corte, pero varias instituciones y Estados dirigen la pregunta en un esfuerzo para clarificar quiénes son los responsables de la seguridad de la presa.

La posición sostenida por la mayoría de los gobiernos es que el propietario de la presa es el responsable de la seguridad de la presa. Las responsabilidades del gobierno son proteger a sus ciudadanos. Con respecto a esto, el gobierno es indirectamente



responsable de no permitir las estructuras inseguras. California, por ejemplo, declara en su legislación que ninguna acción se debe llevar contra el Estado o cualquiera de sus empleados, sobre la base que ellos son los responsables de la seguridad de la presa. (53). Además, la política del programa básico de la Ley del PL92-367 declara: "El Estado tiene la responsabilidad básica de la protección de la vida y la propiedad de sus ciudadanos, y "Los propietarios de las presas tienen la responsabilidad legal básica por los peligros potenciales creados por sus presas". (43).

Un artículo sobre las inspecciones de presas y las responsabilidades ingenieriles de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles refuerza este punto de vista. Esta señala que "las limitaciones inherentes en la inspección de una estructura existente y las complejidades de la estructuras involucradas se debe reconocer" y "un ingeniero no solo debería responsabilizarse por las condiciones que puedan existir, las cuales no son perceptibles debido a las limitaciones y la precisión de la información disponible."

Mediante el uso de inspecciones y permisos, las agencias reguladoras chequean y hacen las recomendaciones para la estructuras que el propietario debería operar y mantener de una manera segura. Los propietarios de presas no están contentos con todos los requerimientos de las agencias reguladoras que deben cumplir y aún ser responsables de las fallas de las presas. El asunto de responsabilidad no se ha resuelto todavía.

3.4 Sugerencias para el mejoramiento de los programas

3.4.1 Información de la ley nacional de inspección de presas

Una meta de la ley nacional de inspección de presas de 1972 fue ayudar a los Estados a iniciar sus programas o mejorar los programas existentes. Cuatro acciones tomadas bajo la ley PL92-367 se pueden utilizar para satisfacer esta meta.



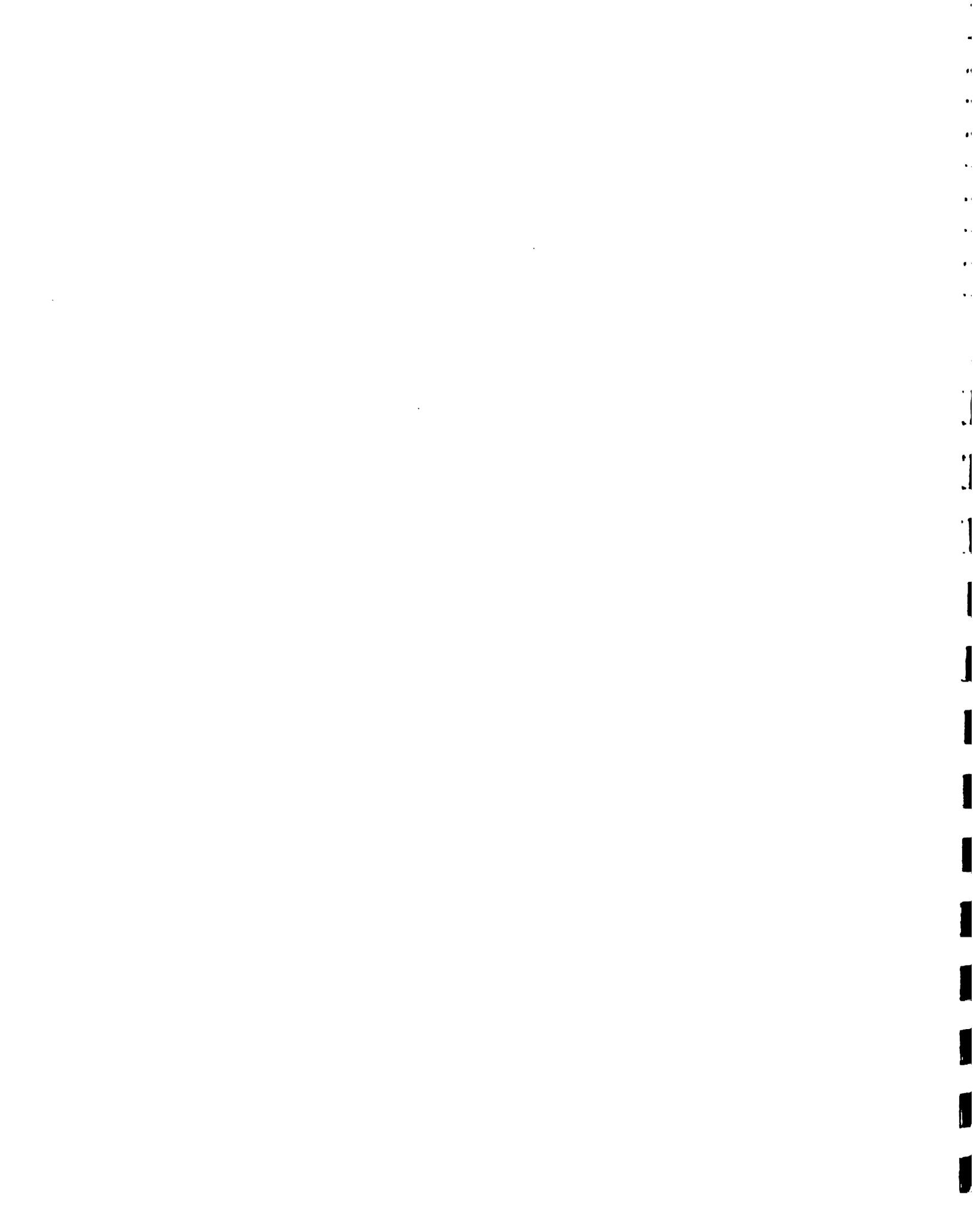
Primero, el COE desarrolló el "Guía Recomendado para la Inspección de Seguridad de Presas" (125). Esta publicación contiene información sobre qué se debe considerar durante una inspección. Segundo, se ofreció un programa de entrenamiento para el personal estatal, conjuntamente con las inspecciones. La mayoría de los estados participaron en este programa de entrenamiento. Tercero, el trabajo de inventario asociado con la Ley PL92-367 le ha dado información a los Estados sobre dónde está localizada cada presa y cuál es su tamaño y clasificación de peligro. Por último, se han completado las inspecciones de las presas de alto peligro.

Si un Estado está implementado un nuevo programa de inspección, el costo inicial será mayor que el de un programa en funcionamiento. El costo de establecer una base de datos para cada presa puede ser alto. Las presas antiguas pueden tener poco o ningún registros y se pueden requerir estudios para confirmar la integridad de su diseño estructural e hidráulico. En la primera ronda de inspecciones se puede, también, esperar que aparezcan más problemas que en las inspecciones periódicas subsecuentes.

La Ley PL92-367 ha dado mucha de las informaciones necesarias para costear los altos costos iniciales. Las presas han sido localizadas y clasificadas, y las estructuras de alto peligro ya han realizado las inspecciones iniciales. La ley PL92-367 debería haber ofrecido a los estados con programas existentes una oportunidad de revisar y evaluar sus programas.

3.4.2 Criterios de capacidad del aliviadero

El criterio de capacidad del aliviadero varía de un Estado a otro. Varios Estados usan el criterio del COE. Muchos propietarios de presas sienten que estos criterios son muy estrictos. La discrepancia entre los porcentajes de los incidentes reales, tal como se reporta en el informe de USCOLD (16) y el porcentaje de presas clasificadas como inseguras, bajo la ley nacional de inspección de presas, debido a la capacidad inadecuada del aliviadero, refuerza este criterio. Aquí se presentan las recomendaciones de como los programas



de seguridad de presa pueden aliviar los problemas de capacidad del aliviadero.

a. Requisito del COE

El criterio de la capacidad del aliviadero sugerido por el COE en "Guías Recomendadas para la Inspección de Seguridad de Presas" (125) está basado en la clasificación de peligro y el tamaño de la presa.

Las categorías de peligro alto y significativo ya fueron definidos. La categoría de bajo peligro incluye las presas cuyas fallas resultarían en la pérdida de vida esperada y pérdidas económicas mínimas a estructurales ocasionales o agricultura.

Los tamaños de las categorías son como sigue: las presas pequeñas tienen una altura estructural entre 25 y 40 pies, o una capacidad de almacenamiento entre 50 a 1000 acre-pie. La categoría intermedia incluye presas con alturas de 40 a 100 pies, o capacidades de almacenamiento de 1,000 a 50,000 acre-pie. En las grandes presas se incluyen las presas de más de 100 pies de altura estructural, o con una capacidad de almacenamiento mayor a 50,000 acre-pie. Si una presa cae en diferentes categorías basadas en la altura y capacidad del almacenamiento, entonces se usaría la categoría más grande. La Tabla 12 muestra los requerimientos de la capacidad del aliviadero correspondiente a las clasificaciones de peligro y categorías por tamaños.

Cuando se comenzaron las inspecciones en las estructuras de alto peligro, era obvio que la mayoría no satisfacerían las normas sobre la capacidad del aliviadero, establecido por el COE. Así, otros criterios se establecieron para determinar si el grado de inadecuadez de la capacidad del aliviadero fuera tan grande como para que existiera una condición de inseguridad. Para ser clasificada como insegura debido a la capacidad

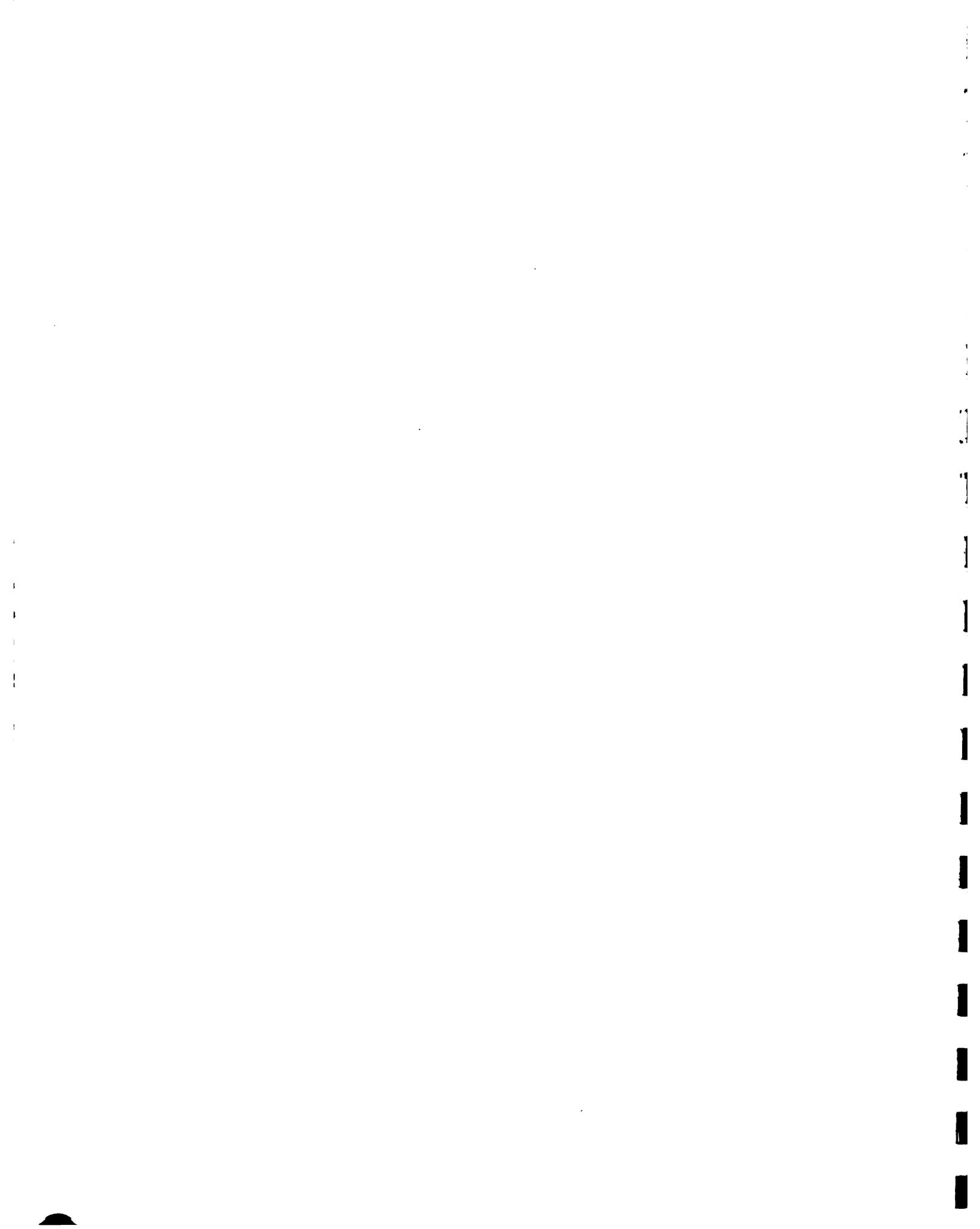


Tabla 12: Avenidas de diseño para aliviadero recomendado por el cuerpo de ingenieros del Ejército de los Estados Unidos

Categoría de Peligro	Tamaño de la presa	Diseño de Avenida del Aliviadero
Bajo	Pequeña Intermedia Grande	50 - 100 años 100 años - 1/2 PMF 1/2 PMF - PMF
Significativo	Pequeña Intermedia Grande	100 años - 1/2 PMF 1/2 PMF - PMF PMF
Alto	Pequeña Intermedia Grande	1/2 PMF - PMF PMF PMF

del aliviadero deben cumplirse las siguientes condiciones (44).

- 1) Hay un alto peligro de pérdida de vida a partir de los grandes caudales aguas abajo de la presa.
- 2) La falla de una presa por ahogamiento incrementaría significativamente el peligro de pérdida de vida aguas abajo de la presa que la que existiría antes de la falla por ahogamiento.
- 3) El aliviadero no es capaz de verter la mitad de la avenida máxima probable (PMF) sin ahogar la presa y causar falla.

Circunstancias mitigadoras, tales como la proximidad de áreas densamente pobladas o presas aguas abajo, pueden resultar que las anteriores condiciones para una clasificación de no seguridad sea cambiada.

El criterio anterior es usado para determinar si la capacidad del aliviadero de una presa existente es seriamente inadecuada, para que sea una insegura. El criterio funciona como un compromiso entre el gufa recomendado por el COE y las normas más bajas utilizadas por muchos propietarios.

b. Discusión

El estudio de la USCOLD (16) sobre incidentes de presa reportó que el 10% de los incidentes tipo F1, F2 y A1 se deben a la capacidad inadecuada del aliviadero. La ley nacional de inspección de presas de 1972 reportó que el 81.5% de las presas encontradas no seguras en inspecciones fueron inseguras principalmente por ser inadecuada su capacidad de aliviadero. Una revisión más extensiva al estudio de la USCOLD revela que las presas más nuevas tienen un mejor registro de incidentes debido a la capacidad inadecuada del aliviadero. Ningún incidente por esta causa se reportó por la USCOLD, en 1972, para las presas construídas después del 1925.



Aunque este registro puede ser alarmante, puede tener errores. Las oportunidades de que ocurra un evento que probaría la capacidad del aliviadero son muy remotas en muchas presas, especialmente en las más nuevas, las que no han soportado estos eventos extremos. Es posible que muchas presas nuevas no hayan experimentado su nivel máximo de almacenamiento y así hayan tenido capacidad de almacenamiento adicional disponible para soportar eventos extremos.

Una estructura que no fue construída para el control de avenidas con seguridad a través de su aliviadero. Una estructura de control de avenidas retendrá algún caudal atrás y pasará el exceso a través de su aliviadero. La magnitud de la avenida que un proyecto de control de avenidas atenúa de forma significativa puede ser mucho menor que el tamaño de la avenida que se requiere pasar con seguridad. Cada presa independiente de su función primaria, tiene un límite superior al tamaño de avenida que puede acomodar sin ser dañada.

Las guías de capacidad del aliviadero del COE requiere que las presas de alto peligro sean capaces de manejar la avenida máxima probable (PMF) o la mitad de la PMF en el caso de pequeñas presas. El criterio que ayuda a clasificar las presas como segura o insegura usa la mitad de la PMF en su proceso de decisión. El periodo de retorno de la PMF es muy raro. Un estimado arbitrario de una vez en 10,000 años es usado por la ASCE en la reevaluación de la adecuabilidad del aliviadero de las presas existentes para el análisis de evaluación económica de riesgo en término de la adecuación del aliviadero (39). El comité de la ASCE también declara que un período de retorno de 10,000 años fue escogido bajo, a propósito, de tal forma que los costos asociados serían exagerados.



La PMF es generalmente muy grande y sus daños pueden ser extensos. Si una presa fuera a romperse durante una PMF es posible que la cantidad de agua del embalse agregada a la onda de la crecida no causaría un aumento significativo en los daños. Este punto fue discutido en los criterios establecidos para escoger seriamente los aliviaderos inadecuados. Si la falla debida al ahogamiento no aumenta significativamente el peligro de pérdidas de vidas, la presa debe ser designada como segura. Para aplicar este principio al diseño de nuevas presas, se debe hacer un estudio de optimización para encontrar la capacidad óptima del aliviadero con relación a los daños resultantes durante una PMF.

Las características del tipo de aliviadero utilizado en un proyecto, puede también influenciar si el criterio de la capacidad podría ser modificado. Debe ser considerada la capacidad del manejo del caudal más allá de su capacidad normal de diseño. Los aliviaderos que son controlados por vertederos continuarán aumentando su capacidad de descarga tanto como aumente la carga. La descarga de grandes cantidades de agua, puede resultar en algunos daños en las laderas y en los disipadores de energía, pero la capacidad de descarga no será limitada. Un límite de esta habilidad de aumentar existirá cuando se ahoga la cresta del cuerpo principal, si esta condición dañaría la presa principal. Los aliviaderos con orificios también aumentan su capacidad al aumentar la carga, pero no se extiende a sus estructuras vertedoras. El caudal completo a través de la abertura restringirá los aumentos. Algunos tipos de aliviaderos, tales como "drop inlets" (morning glory type) se comporta como un vertedero para un rango de cargas y entonces va al control del orificio y finalmente al flujo completo. Cada caso necesitará ser revisado individualmente para determinar la reacción del aliviadero para causarles más grandes que los normales.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

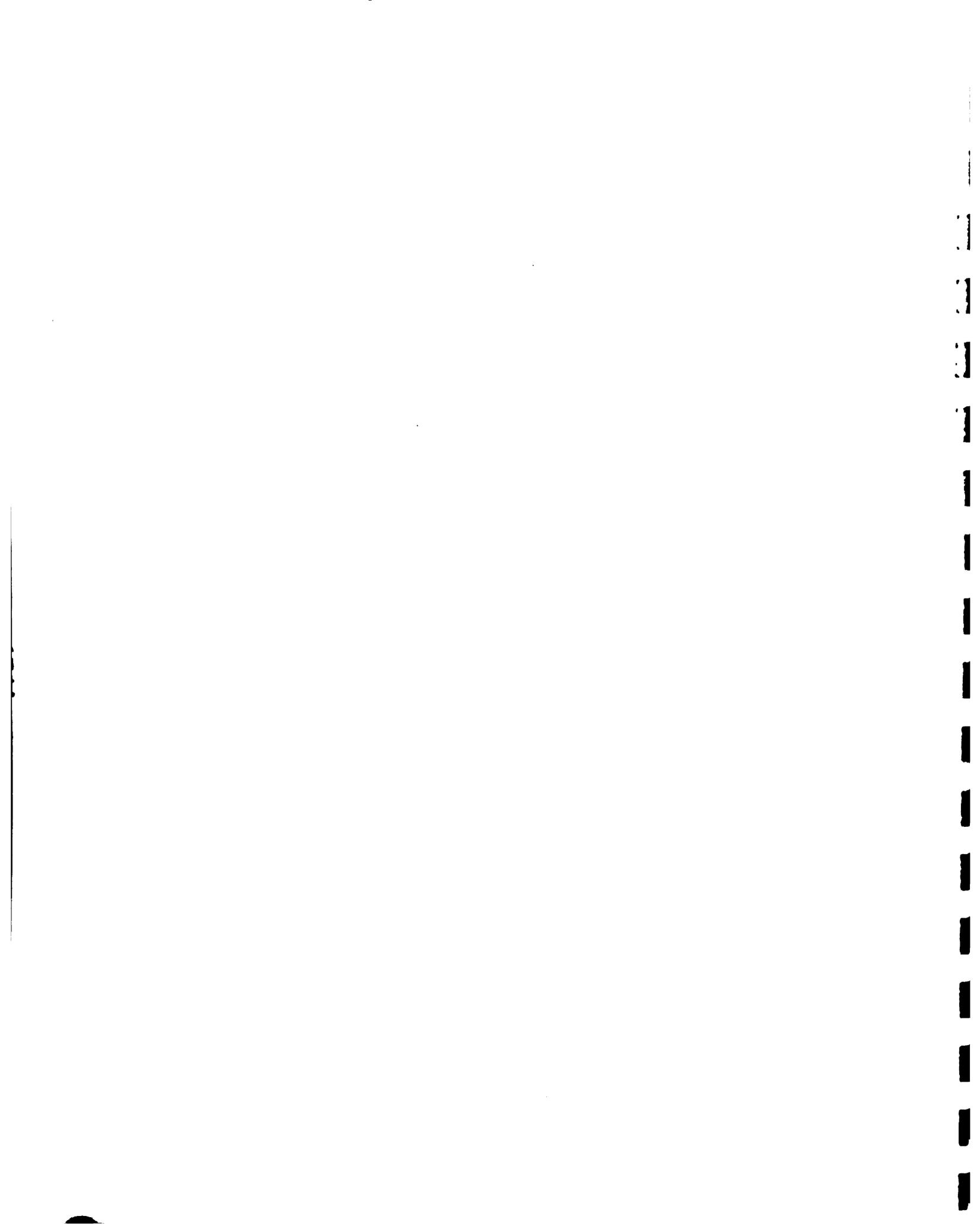
Con estos factores puede ser aceptable un criterio modificado de capacidad de aliviadero. La frecuencia de retorno mínimo permitido puede ser todavía bastante alta.

Las inspecciones completadas bajo la ley PL92-367 fueron equivalentes a la fase I de la inspección del COE. Los recursos disponibles para este nivel de inspección muchas veces indican que en el análisis se debe usar un estimado de parámetros. Se asumieron ejemplos donde se podrían haber usado las aproximaciones, incluyendo los datos hidrológicos usados para desarrollar la PMF y la cantidad de ahogamiento que una estructura puede soportar ante de una falla. Una investigación más a fondo puede revelar un avalúo más seguro de las reacciones de las presas en periodos de grande caudales.

Este tipo de análisis individual puede ser costoso, pero comparado al costo de la expansión de las capacidades de los aliviaderos existentes debería considerarse como una alternativa factible para satisfacer las normas establecidas.

3.5 Conclusión

El hecho que solamente 16 de los 50 Estados tuvieran programas de seguridad de presas que fueran completamente adecuadas, y que el 33% de las presas con alto peligro, inspeccionadas bajo la ley nacional de inspección de presas fueron encontradas inseguras, indica que hay una necesidad de mejorar la situación nacional de seguridad de presas. Revisando los programas de los 28 Estados con un grado aceptable, por su contenido y organización, puede ayudar en la reorganización hacia un programa efectivo. Utilizando la información suministrada por la ley nacional de inspección de presas, también puede ayudar para construir un programa efectivo. Los aspectos organizacionales, legislativos y de planificación de los programas estatales se revisaron particularmente para ver como se enfocaron.



Cada estado usa un método individual para la seguridad de presas con variables que incluyen: Organización central o descentralizada; legislación para inspecciones por vigilancia directa o calidad de seguridad usando personal de las instituciones, personal de los propietarios, o consultores para ejecutar las inspecciones; y los arreglos para pagar las inspecciones.

La legislación cubre algo más que el establecimiento para conducir las inspecciones. Se comienza con la fase de diseño y construcción y se sigue a través de la operación y mantenimiento. También, generalmente, se incluye el manejo de un programa de seguridad de presas. Todo esto trabaja en conjunto para formar un programa aceptable. No hay ningún camino directo para estructurar un programa estatal; se debe basar en la habilidad individual del estado para suplir los presupuestos y el personal. Las medidas de planificación pueden ser útiles en la definición del presupuesto disponible, especialmente si son limitados. Planificar la aplicación de los recursos disponibles para programas de inspección, tanto con el uso de las alternativas no estructurales puede ayudar a hacer mejor uso de los recursos.

La ley nacional de inspección de presas proporcionó algunos items que pueden ser usados para mejorar o ayudar a comenzar programas de seguridad de presas a nivel del estado. El COE publicó guías sobre programas para inspecciones de seguridad de presas y dió asistencia adicional para compilar un inventario de presas estatales y ejecutar inspecciones en presas clasificadas como estructuras de alto peligro. Estas acciones efectivamente colocaron el programa en funcionamiento o ayudaron a aquellas ya desarrolladas.

A partir de los resultados de las inspecciones dirigidas a la presa de alto peligro en los Estados Unidos, bajo la ley nacional de inspección de presas se examinaron las causas potenciales de accidentes o fallas. Los resultados muestran que el 81.5% de las presas se encontraron inseguras teniendo su primera deficiencia listada como capacidad inadecuada del aliviadero. Este porcentaje es mucho mayor que algunas cifras reportadas para aliviadero inadecuado encontradas en estudios de fallas reales. Debido a esta alta concentración sobre la capacidad inadecuada del



aliviadero, no se obtuvo resultados conclusivos sobre las causas potenciales de los incidentes a partir del informe de avance de 1980.

No obstante, el alto número de presas consideradas inseguras basada en su capacidad de aliviadero focalizó la atención sobre los problemas concernientes al criterio usado para la capacidad del aliviadero. El COE estableció su criterio para niveles seguros de capacidad del aliviadero, pero no fue aceptado por muchos propietarios de presas. Modificar el criterio basado en la estimación de daños, con y sin mejoría de los aliviaderos, es una solución posible para casos seleccionados.

La información dada por los estados con programas adecuados, son ideas para establecer programas y las consultorías e inspecciones previstas bajo la ley nacional de inspección de presas puede y podría ser usada para implementar o mejorar el estado de arte de los programas de seguridad de presas a nivel estatal. Pero esto depende de los Estados para continuar con el momento.

Las direcciones de las agencias estatales que dieron información se presentan en el Apéndice A.



CAPITULO IV
NIVELES DE INSPECCION

4.1 Introducción

El objetivo de las inspecciones de las presas existentes es asegurar que ellas funcionen y sean mantenidas en una forma que no coloque en peligro la estructura o amenace el área del proyecto.

Un buen programa de inspección cubre diferentes niveles de inspección. Para asegurar la seguridad de un proyecto se necesitan inspecciones completas que cubran la revisión del proyecto, el reanálisis y el chequeo de la estructura. Ellas pueden ser bastante costosas y se requieren solamente a intervalos de un año o más. Pero es imprudente dejar las estructuras sin chequeo durante todo el período entre las inspecciones completas de tal manera que se deberían realizar inspecciones menos intensas a intervalos más cortos. Al desarrollar una guía de inspección para una presa en particular, el nivel de inspección está siendo preparado para las necesidades que sean consideradas.

A continuación se describen 4 diferentes niveles de inspección basados en una combinación de programas usados por las dos instituciones federales, la Tennessee Valley Authority (TVA) y el Cuerpo de Ingenieros del Ejercito (COE).

El programa de la TVA consiste de cuatro tipos de inspecciones básicas. Ellos son formal, intermedia, informal, y especial. El programa del COE desarrollado para la ley nacional de inspección de presas de 1972 (PL92-367), consiste en dos fases de inspección, la segunda de la cual se usa solamente si es considerada necesaria por la primera. Esta fase es incorporada con los diferentes tipos de inspección de la TVA. El intervalo entre las inspecciones, la composición del equipo de inspectores y el costo de la inspección varían entre los cuatro tipos de inspección. Los tres primeros tipos son parte de un programa pre-establecido y el último es indicado por los eventos especiales.



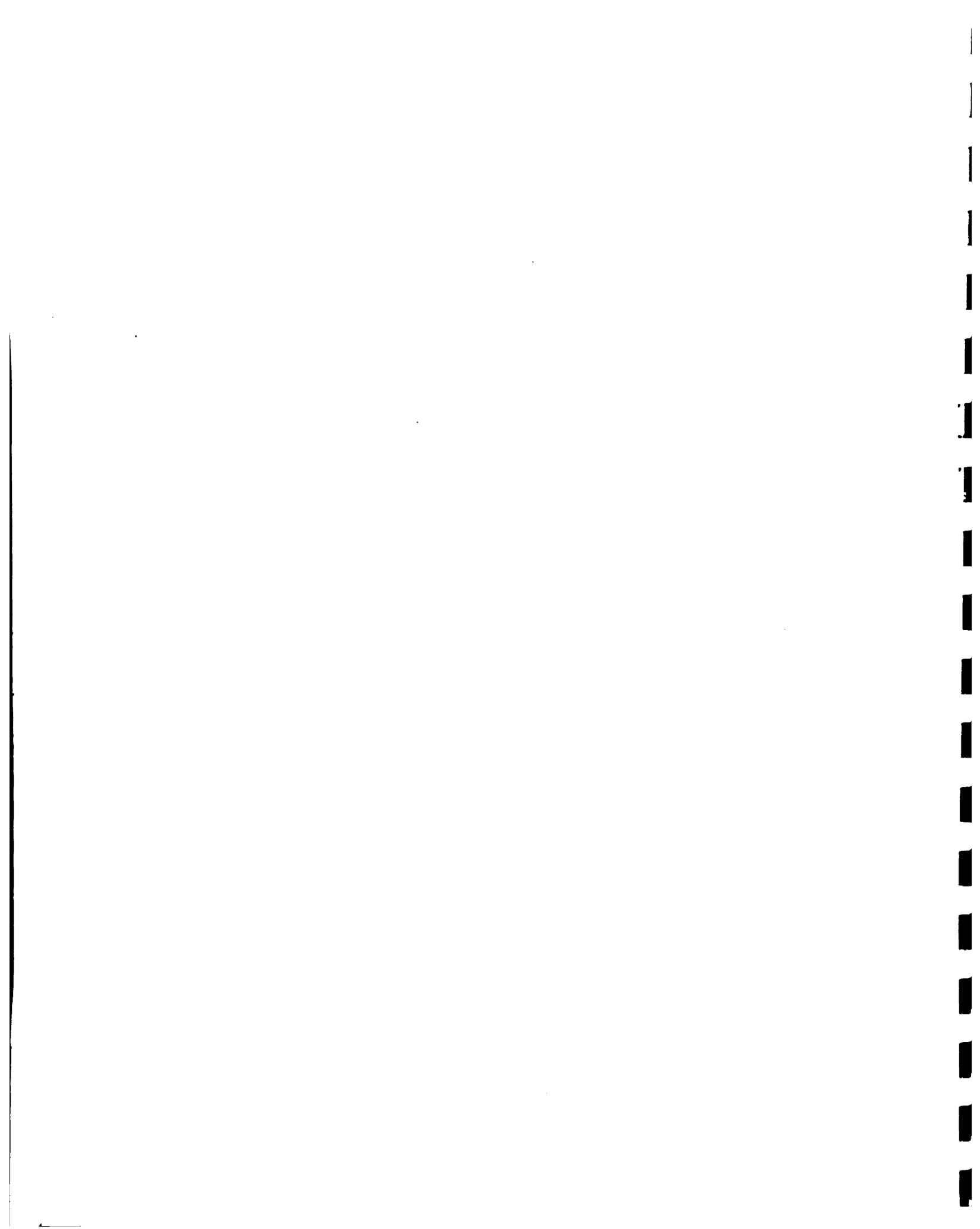
4.2 Inspecciones formales

La inspección formal es el tipo de inspección más completo y de fondo. Los items inspeccionados son extensivos, y envuelven trabajo de campo y de oficina.

La primera parte de la inspección formal trata de la historia y documentación del proyecto. Esto debe incluir una descripción de la presa, un mapa regional, tamaño y clasificación de peligro de la presa, y algunos aspectos especiales del proyecto. Se deberían incluir un resumen de los datos existentes de los aportes a la presa, descargas y niveles del embalse, y los datos del sistema de instrumentación. Luego, se debería hacer una revisión de las suposiciones hidráulicas e hidrológicas y la estabilidad estructural. Posteriormente, se deben evaluar los procedimientos de operación y mantenimiento. Esto incluye los planes para la operación y los registros de operación real a partir del pasado. Se debería, también, revisar un plan de acción de emergencia o sistema de alerta que es una parte esencial de un plan de operación del proyecto. Los registros de mantenimiento deberían ser revisados y usar la evaluación in situ para verificar el mantenimiento apropiado. La revisión hecha antes de visitar el sitio de presa ayudará a los inspectores a saber qué esperar y cómo hacer la inspección más eficiente.

Cada parte del proyecto de la presa, incluyendo las áreas aguas arriba y aguas abajo de la presa deberían ser revisadas y evaluadas durante la evaluación in situ. La inspección de campo no es necesariamente completada en una visita. Se debe mantener dentro de un período de tiempo razonable. Las inspecciones de campo deben ser expandidas para hacer uso de la fluctuación de los niveles del embalse. Estas fluctuaciones pueden ser debidas a las diferencias estacionales o debidas a los trabajos de mantenimiento o reparaciones. Un nivel alto de embalse puede ser de ayuda para buscar los problemas de infiltración, mientras que en los niveles bajos son ventajosos para chequear la superficie aguas arriba de la presa.

Con esta información se puede hacer una evaluación de la seguridad de la presa. Esto se puede considerar como la Fase I de la inspección formal. Si la presa se considera segura, después de terminar la Fase I,



los resultados de la investigación y las recomendaciones deberían ser informadas y la inspección se puede considerar terminada. Si en este momento no es posible dar al proyecto una clasificación segura, se debería iniciar la segunda parte de la inspección. En la segunda fase de una inspección formal, los datos adicionales de ingeniería deben ser reunidos y analizados y/o traer expertos para hacerlo. Hay varios casos donde se puede requerir una segunda fase de inspección. Se puede requerir un estudio de los factores hidrológicos, hidráulicos, o estructurales, si se disponen de nuevos datos o métodos modernos. También, si la presa se ha encontrado insegura o inaceptable por alguna razón, en la Fase I de inspección, se puede usar una Fase II de investigaciones para proponer soluciones a los problemas existentes.

Hay un informe escrito detallando las condiciones de una presa que deben seguirse en una inspección formal.

Como se ha visto, a partir de una amplia variedad de asuntos considerados durante una inspección formal, se puede requerir un equipo de varias personas para cubrir las diferentes disciplinas. Normalmente, los inspectores son ingenieros o geólogos con conocimientos en hidrología, hidráulica, sismología, geología, estructuras, diseños mecánicos, propiedades de materiales, mecánica de suelos, y rocas, estabilidad de pendientes, instrumentación y causas y formas de fallas en presas. El último item es muy importante porque pocas personas tienen conocimientos en todos los campos mencionados y los costos podrían ser prohibitivos para mantener un equipo lo bastante grande que cubra todas las áreas temáticas. Pero con un conocimiento de los mecanismos de fallas en presas se puede incorporar la manera en que cada campo afecta la presa.

Los gastos incurridos en una inspección formal incluirá los costos de personal, costo de equipo y costo de operación especial en la presa. El costo de personal envuelve los honorarios del inspector y los honorarios adicionales si se requieren estudios posteriores u opiniones de expertos. El equipo usado variará de presa en presa, pero pueden incluir herramientas costosas tales como submarinos para las investigaciones bajo el agua. Las operaciones especiales que se pueden encontrar incluye unidades de reserva en plantas de energía y/o facilidades de desagüe.



Las inspecciones de presas de alto peligro bajo la ley nacional de inspección de presas de 1972 fueron comparables a la Fase I de una inspección formal. Después de más de 8,000 inspecciones, el promedio de costo de una inspección por presas fue de \$8,800. Esta cifra incluye algunos costos de entrenamiento para los inspectores estatales. El intervalo entre las inspecciones formales es generalmente de tres a cinco años.

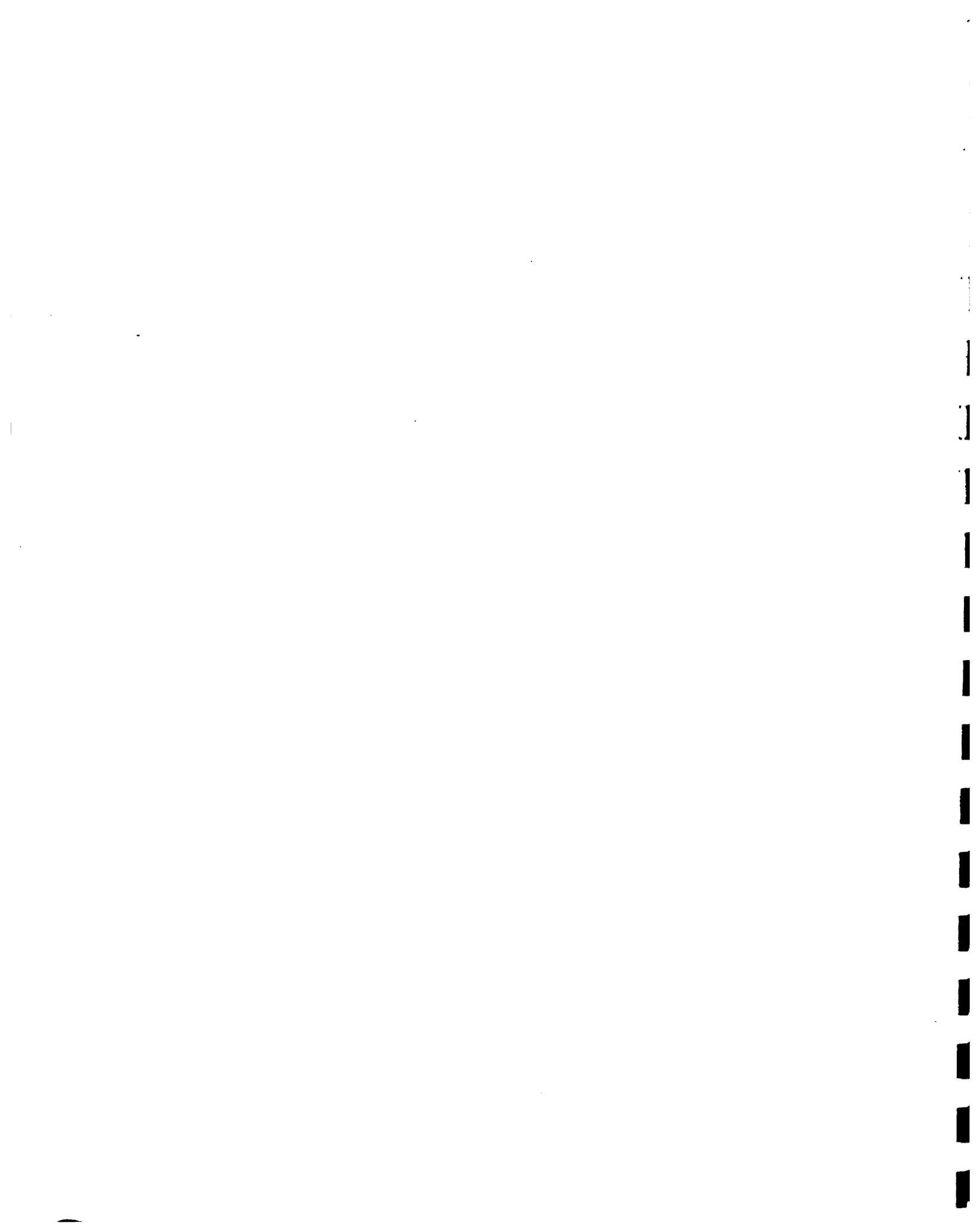
4.3 Inspecciones intermedias

El énfasis de la inspección intermedia está en el sitio de inspección. Se hace algún tipo de revisión, especialmente los más recientes informes de inspección formal e intermedio para obtener una base de información sobre la presa.

El propósito de la inspección intermedia es encontrar algunos cambios o señales de aviso que han aparecido a partir de las inspecciones formales más recientes y definir si la presa está siendo mantenida y operada de una manera apropiada. Para lograr esto, el examen en el sitio debe ser completo, no obstante, existen items que requieren procedimientos extraordinarios de operación, tales como las unidades de reserva que no son normalmente incluidas. Se debe dar atención especial a todos los items de una naturaleza continua, tales como los registros de instrumentación y la actualidad de un plan de acción de emergencia.

Se debe escribir un informe sobre los resultados obtenidos a través de una inspección intermedia.

El equipo de inspección para una inspección intermedia generalmente consiste de un ingeniero ó geólogo y un técnico de apoyo. El objetivo del equipo es reconocer las anomalías y signos potenciales de alerta de problemas que se presentan en el sitio de presa. Si se encuentra algún problema, se deben llamar expertos para la inspección.



Las inspecciones intermedias, deben ser conducidas cada uno o dos años, a menos que se programe una inspección formal para ese año.

4.4 Inspecciones informales

Las inspecciones informales dan una vigilancia "continua" del sitio de la presa. Su propósito, similar a una inspección intermedia, es identificar problemas o cambios en el comportamiento de la presa.

Las inspecciones son en el sitio y a menudo se desarrolla el chequeo de una lista de puntos. El informe para una inspección informal puede simplemente consistir del chequeo completo.

Las inspecciones formales se basan en la familiaridad del inspector con un proyecto más que su experiencia en el campo de presas. Generalmente, los inspectores son los encargados de las presas u otros empleados que están frecuentemente en el sitio de presa, los cuales son entrenados específicamente para buscar, como las indicaciones de problemas en la presa.

Las inspecciones formales tienen la capacidad de ser el tipo de inspección más importante. La detección oportuna de un problema puede ser crítico para corregir la situación.

Las inspecciones no son literalmente continuas. Ellas pueden ser diaria, semanal, o aún mensuales. El intervalo de la inspección dependerá de la frecuencia del contacto del empleado con la estructura o un intervalo prescrito en las reglas de operación.

4.5 Inspecciones especiales

La inspección especial difiere de los primeros tres tipos en que no es programada. Se realiza tan pronto como sea posible después de eventos, los cuales pueden causar daño o encarecer un proyecto de presa. Estas inspecciones incluyen las grandes avenidas, terremotos significativos e intentos de sabotajes. También se puede dirigir para

investigar un problema notado durante una inspección intermedia o informal.

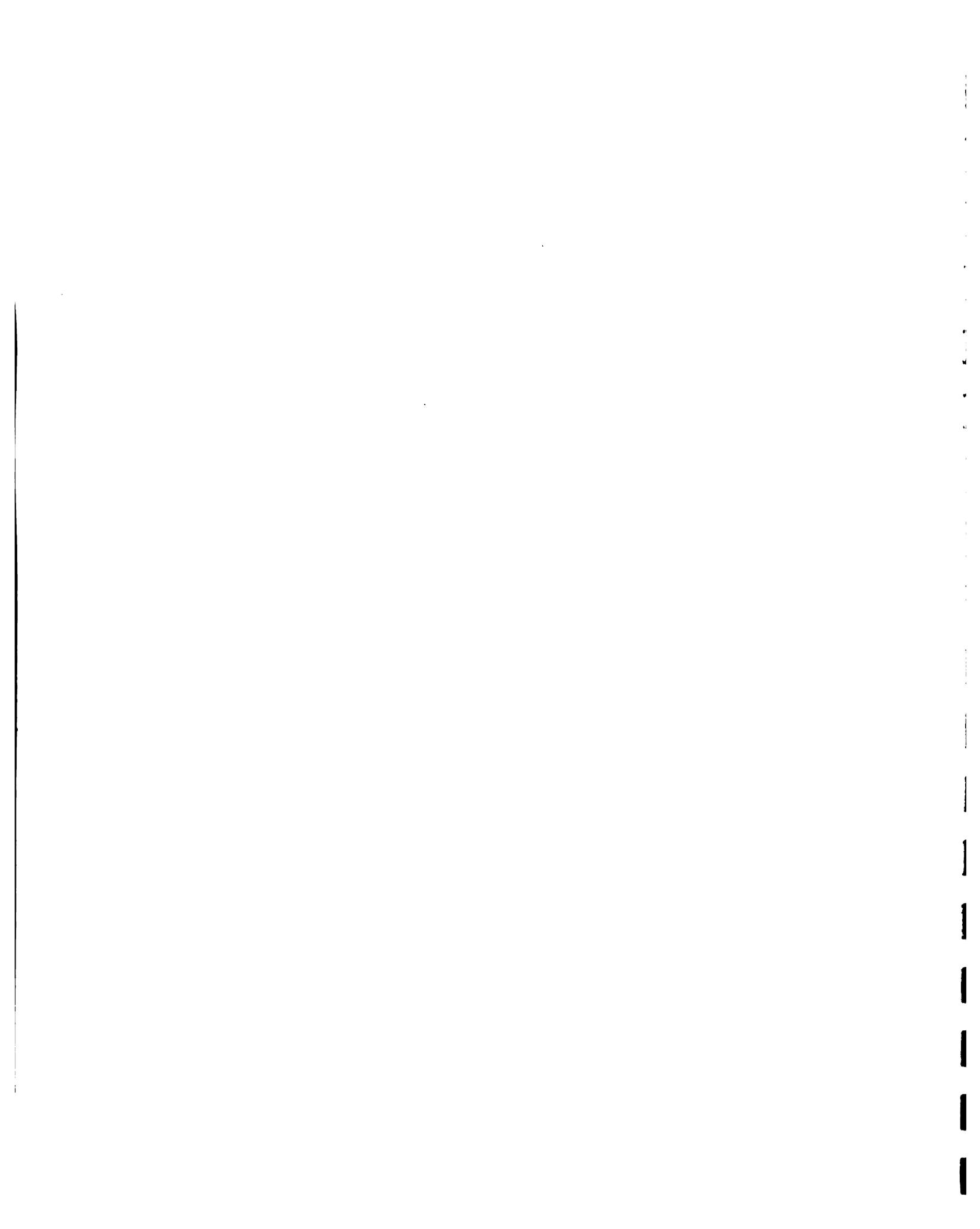
El alcance de la inspección, la calificación del inspector y el informe generado por una inspección especial será de acuerdo con el llamado para la inspección. Una inspección especial puede ser tan detallada como una inspección formal.

4.6 Discusión

Los cuatro tipos de inspecciones descritas anteriormente son estructuradas para trabajar en conjunto y para complementarse una con otra. La inspección formal actúa como la inspección de base, conteniendo la información básica de la presa y los resultados de la prueba de inspección. Las inspecciones intermedias examinan la presa en los años cuando no se realizan inspecciones formales. Ellas proporcionan la información básica a partir de un informe formal mientras mantienen un registro actual de las condiciones de la presa. Las inspecciones informales vigilan la presa durante las operaciones normales para alertar a otras personas si aparecen problemas. Las inspecciones especiales complementan cuando se necesitan debido a circunstancias no predecibles.

Hay muchos otros esquemas usados para inspeccionar las presas. El programa descrito aquí, permite el contacto frecuente con la presa pero no requiere que cada detalle, particularmente los relacionados al diseño, sean examinados en cada inspección. Para las inspecciones menos detalladas, se utilizan inspectores menos costosos, tales como los operadores de presas.

La mayoría de los estados inspeccionados requirieron una inspección similar a la inspección formal o intermedia. Generalmente, no hubo una discusión detallada para colocarlo en un nivel específico. Las inspecciones especiales también fueron dadas para 2/3 de los estados revisados cuando la seguridad de una estructura era cuestionada. Las inspecciones informales fueron utilizadas solamente para cuatro casos. Las inspecciones informales serían parte de la operación real de los propietarios de presas aunque también sería muy específica para ser cubierta en la mayoría



de la legislación del estado.

Los programas con inspecciones menos frecuentes ponen una mayor traba sobre las inspecciones que se han hecho. Las inspecciones remanentes necesitan ser completas y los inspectores ser como detectives. El análisis de la condición de la presa estará basado en la interpretación de lo que se puede ver en ese momento. Con la disminución de la disponibilidad de información básica, se necesitarán más pruebas, tiempo y dinero para determinar la seguridad de la estructura.

El programa descrito aquí también tiene objetivos para establecer cada nivel de inspección. Los items a ser inspeccionados, que se aplican a estos objetivos, se pueden, también, detallar para cada tipo de inspección. Un programa menos estructurado puede conducir a confusión sobre qué exactamente sería examinado y resulta de un examen mayor o menor que lo deseado.

En el programa basado en TVA, la información recolectada de cada inspección se añade a la información básica disponible de la inspección anterior. El encargado de la presa es otra fuente de información que se podría utilizar en todas las inspecciones. Su conocimiento del comportamiento día a día de la presa puede ayudar a otros inspectores en sus investigaciones.

Los informes de cada examen necesitan ser enviados a través de los propios canales de tal forma que su información sea pasada y actualizada, si necesario. Es importante que cualquier necesidades para una acción de remedio sean consideradas rapidamente. Los presupuestos son a menudo planeados con un año de adelanto, de tal forma que las reparaciones principales no se pueden completar hasta un año después de cuando se reportó su necesidad.

Para las presas nuevas el programa de inspección puede ser alterado durante los primeros años de operación. La mayoría de los accidentes y fallas en presas ocurren durante los primeros diez años de operación.

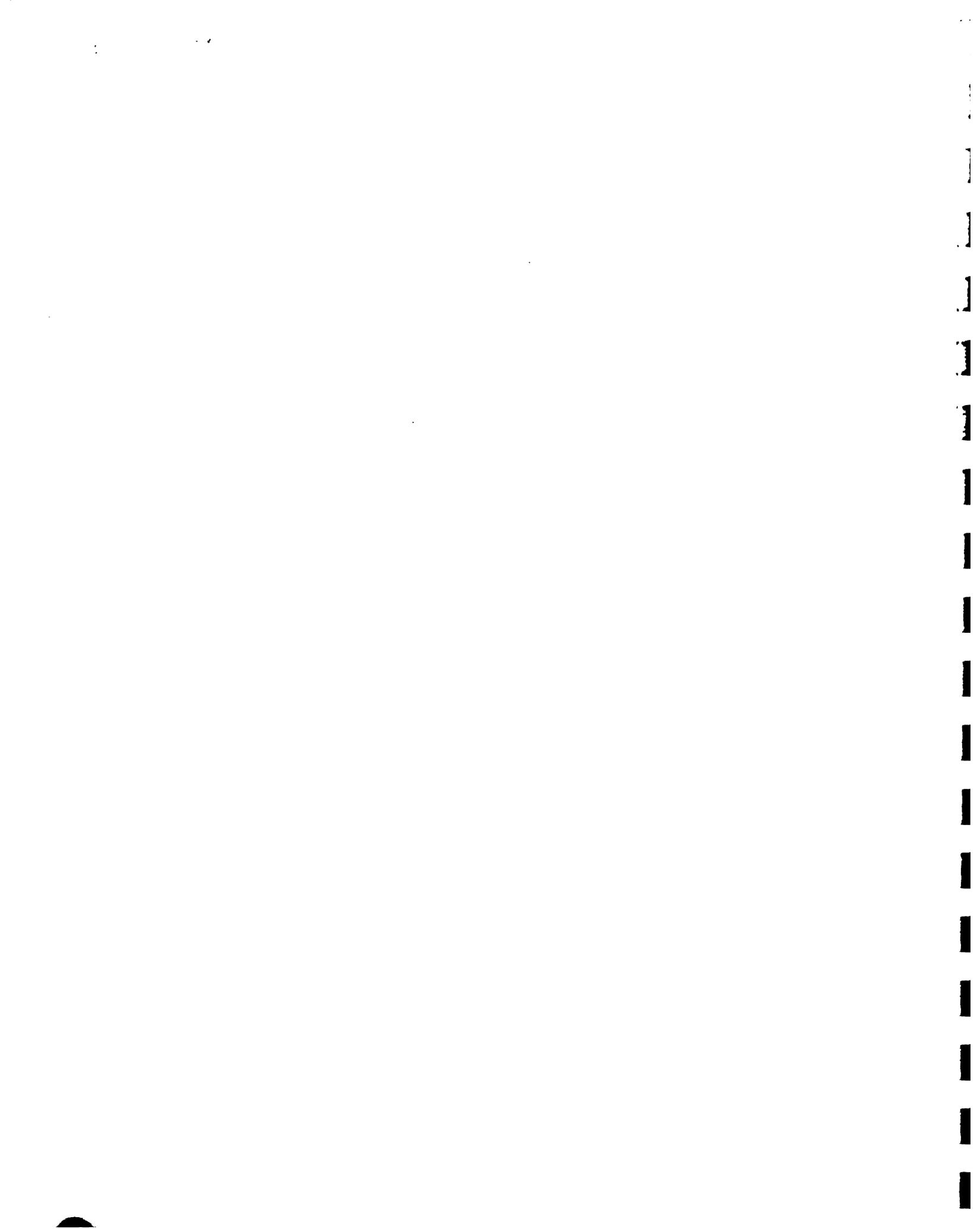
Debido a esto, se deberían ejecutar las inspecciones formales e intermedias de forma más frecuente en este periodo. Se debería ejecutar un mínimo de una inspección por año. Los nuevos niveles de embalse o la tasa diferente de cambio de los niveles de embalse que se usaron anteriormente, son los periodos cuando estas inspecciones se pueden ejecutar; y por supuesto, algún evento no usual o señales de problemas garantizaría un examen para ver como se está comportando la presa. Estos informes frecuentes darán una buena base de información para juzgar el futuro comportamiento de la presa.

Para presas viejas, el costo de implementar un programa de inspección, como se describió aquí, inicialmente tendría un alto costo. Se debe gastar tiempo localizando y recolectando toda la información sobre la presa. Si la información es escasa o no existe, se puede requerir un estudio más profundo que el diseño y la estabilidad de la presa. Después que se ha realizado esta tarea una vez, no obstante, probablemente no se necesitará repetir para las siguientes inspecciones. Así, el costo de las últimas inspecciones sería más bajo.

4.7 Conclusión

Se definieron cuatro niveles de inspección formal, intermedia, informal, y especial. Están basados en el programa de inspección de la TVA con la metodología utilizada por el COE, integrándose donde sea apropiado. Las inspecciones formales son a fondo, incluyendo una revisión detallada del proyecto y el sitio, y son ejecutadas cada tres a cinco años. Las inspecciones intermedias son hechas cada uno o dos años y enfocan el sitio de inspección con una revisión breve del proyecto. Las inspecciones informales son ejecutadas en intervalos más frecuentes por los encargados de la presa u otros empleados debidamente entrenados. Ellos cubren la vigilancia de las estructuras a través de signos de problemas.

Los cuatro tipos de inspecciones son diseñados para trabajar en conjunto, apoyándose unas con las otras. El propósito combinado es mantener las presas en servicio y trabajando, manteniendo su seguridad y la seguridad de la gente que viven a su alrededor.



Existen diferentes programas para inspecciones de presa que están actualmente en uso por las agencias federales y estatales. El programa discutido aquí combina las inspecciones periódicas a fondo, con bajos costos, e inspecciones de alta frecuencia. La información y conocimiento de la presa y su conducta se está constantemente suplementando.

Los inspectores utilizados depende del tipo de inspección que se va a realizar. Ellos varían de expertos en el campo de las presas a encargados de presas. El trabajo hecho durante las inspecciones varían desde el trabajo del campo solamente a una combinación de trabajo de oficina y campo.

Teniendo un programa bien definido de inspecciones, facilita las decisiones de qué aspectos deberían ser incluidos en cada tipo de inspección. Una vez que se ha definido el trabajo a ser cubierto por cada inspección, se pueden desarrollar programas individuales de inspección.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

La inspección de seguridad de presas son necesarias para ayudar a mantener la seguridad y vida de las personas que viven cerca de una estructura. La incidencia histórica de fallas y accidentes a presas tiene repetidos ejemplos de incidente que pudieron haber sido prevenidos. No todos los problemas conducen a accidentes que puedan ser detectados con antelación por las inspecciones, pero hay núcleos que pueden hacer que valga la pena realizar las inspecciones.

Un estudio estadístico de fallas y accidentes en presas basados en la información recopilada por el comité de grandes presas de los Estados Unidos y la Comisión Internacional de Grandes Presas mostraron que los problemas de durabilidad son los incidentes principales, siendo responsables por 40% de los incidentes. El informe de la USCOLD cita que los problemas de infiltración en las presas tipo terraplén y la deteriorización de las estructuras de concreto como los problemas más frecuentemente encontrados. Los problemas de estabilidad seguido de los problemas de durabilidad representan más de un 30% de los problemas. Los problemas de funcionamiento son responsables por un 20% y los otros tipos de problemas son responsables por el remanente. Los estudios también indican que en los primeros años de la vida de la presa ocurren la mayoría de los incidentes. En general, alrededor del 60% de los problemas ocurre dentro de los primeros 10 años de operación.

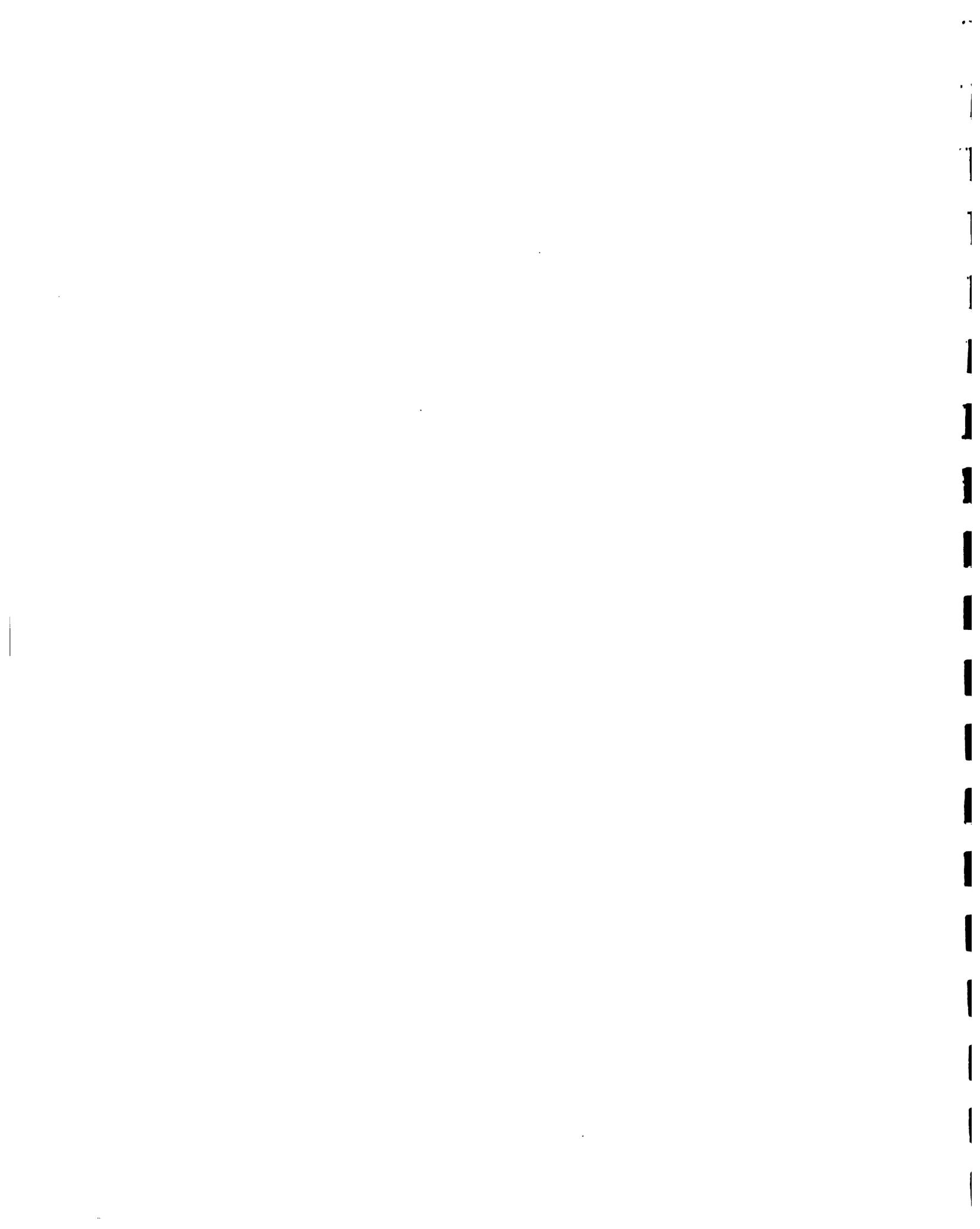
Los programas gubernamentales sobre seguridad de presas pueden ayudar a proteger al público, requiriendo que las inspecciones sean hechas y promoviendo generalmente prácticas responsables concernientes a presas. El propietario de la presa es finalmente el responsable por su estructura, pero guías para asegurar que él es el responsable, son medidas prudentes. El cuerpo de ingenieros clasificó los estados en el 1980 sobre la base de su programa de seguridad de presa. Se encontraron que 30 estados tienen programas adecuados de seguridad de presas. Estos estados fueron contactados y se les



pidió que enviaran información y documentos relacionados a sus programas. También varias agencias federales con programas de seguridad de presas fueron contactadas. Las alternativas usadas por varios estados indicaron el uso de procedimientos individuales para satisfacer la necesidad de cada estado y los requisitos legales, como el camino para establecer los programas. La mayoría de las organizaciones estatales fueron centralizadas trabajando a partir de un departamento. No obstante, también se encontraron programas descentralizados. Los programas para seguridad de presas cubren varios aspectos de la presa; relacionando un proyecto a partir de su comienzo a través de operación y mantenimiento y finalmente, en algunos casos, su demolición. Las inspecciones periódicas de la presa son una parte importante de este programa.

El programa que ejerce el control más directo sobre las presas es el programa de vigilancia directa. En este caso el estado es responsable de inspeccionar las presas. Un programa alterno usa el método de calidad de seguridad, donde el propietario es el responsable de las inspecciones, y le asegura a las autoridades estatales que se están realizando esas inspecciones. La elección del método del programa le concierne a cada estado basándose en sus recursos.

Como en casi todos los programas de hoy en día, obtener los fondos para la implementación puede obstaculizar al programa de cumplir sus objetivos. La ley nacional de inspección de presas del 1972 fue decretado para ayudar a mejorar los estados o decretar sus propios programas de seguridad de presas. Los fondos federales bajo la ley presupuestados para inspecciones de estructuras de alto peligro, realización de un inventario de las presas de cada estado, entrenamiento del personal estatal y publicación de documentos sobre normas para programas de inspección. Varios estados indicaron que cuando se retiró el presupuesto federal, ellos no tendrían fondos estatales suficientes para continuar el programa. Sin embargo, aquellos estados con algún presupuesto, la ley P.L. 92-367 les dió una oportunidad para mejorar sus programas cuando el COE clasificó los Estados como teniendo programas adecuados en el 1980, no se requería que los Estados tuvieran presupuestos adecuados. En el informe de 1982, solamente 16 Estados de los 24 clasificados como teniendo programas adecuados incluían los presupuestos.



Además de usar las guías y experiencia proporcionada por el COE a través de la ley P.L. 92-367, las inspecciones completas señalaron un área de de sacuerdo entre los inspectores y los propietarios de presas. Esta área con- cierne a los requisitos de capacidad de aliviadero. Muchos propietarios de presas sintieron que el criterio es muy estricto y están respaldados por la baja incidencia de problemas debido a la inadecuada capacidad del aliviadero. Un método para evaluar este criterio, caso a caso, basándose en los estimados de daños, con variación en las mejoras de los aliviaderos puede ser usado para llegar a una solución que sea aceptable por ambas partes.

Los guías para las inspecciones de seguridad generalmente no son parte de un programa legislado. Sería muy difícil cubrir todas las áreas necesarias para todas las presas bajo un programa jurisdiccional. Sin embargo, a menudo, las guías generalizadas se incluyen como material adicional. Pero, para condu- cir una inspección completa en una presa individual sería más apropiado usar un guía individual. Además de las características individuales de un proyecto de presa que ayude a escoger los items para una inspección, se puede usar el nivel de inspección a ser conducido. Las inspecciones de niveles múltiples son usados para minimizar los costos y asegurar una estructura mediante los chequeos frecuentes. Un programa de cuatro niveles de inspecciones usado por Tennessee Valley Authority (TVA), describe este procedimiento. Los cuatro niveles de ins- pección son formal, intermedia, informal, y especial. Los primeros tres niveles son conducidos a intervalos periódicos. Mientras más largo es el intervalo entre las inspecciones se debe realizar una inspección más completa con el más alto nivel de los inspectores. Las inspecciones formales son las más completas, dirigidas por ingenieros y geólogos en el campo de seguridad de presas, en inter- valos de tres a cinco años. Las inspecciones informales son a menudo conducidas por el encargado de presa en una base diaria o semanal. Las inspecciones espe- ciales se realizan cuando ocurre un evento anormal y puede ser tan completa como una inspección formal.

REFERENCIAS

Estas son las principales referencias usadas para preparar este informe. Sin embargo, no todas estas referencias son citadas en el texto.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

REFERENCES

1. Aldrich, Harl P., Jr. 1974. Notes on the Inspection of Federal Flood Control Dams. In Safety of Small Dams, pp.276-86. New York: American Society of Civil Engineers.
2. American Society of Civil Engineers 1973. Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams. New York.
3. American Society of Civil Engineers 1974. Safety of Small Dams. New York.
4. American Society of Civil Engineers 1976. The Evaluation of Dam Safety. New York.
5. American Society of Civil Engineers 1978. "Dam Inspection Program and Engineer Liability." Position Paper Adopted by the Board of Direction. New York.
6. American Society of Civil Engineers 1981. "Responsibility for Dam Safety." Position Paper Prepared by Subcommittee on Dam Safety of the National Water Policy Committee, Adopted by the Board of Direction. New York.
7. American Society of Civil Engineers, Association of Soil and Foundation Engineers, United States Committee on Large Dams, and American Consulting Engineering Council. "Dam Inspection Program and Engineer's Liability." Position Statement. New York.
8. Anton, Walter F. 1973. EBMUD's Programs for Inspection and Remedial Treatment of Old Dams. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.829-39. New York: American Society of Civil Engineers.
9. Anton, Walter F. 1976. Dam Safety Program of the East Bay Municipal District. In Evaluation of Dam Safety, pp.179-94. New York: American Society of Civil Engineers.
10. Austin, Garry H. 1973. Review of Spillway Adequacy at Existing Bureau of Reclamation Dams. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.382-88. New York: American Society of Civil Engineers.
11. Biswas, A.K. and Chatterjee, S. 1970. Dam Failures-An Assessment. At the Annual Meeting of the Engineering Institute of Canada. Ottawa.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

12. Biswas, A.K. and Chatterjee, S. 1972. The Human Dimensions of Dam Safety-Part Two. Water Power, Vol.24, pp.17-21.
13. Bock, Paul K. 1973. Bureau of Reclamation Examination Program. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.50-60. New York: American Society of Civil Engineers.
14. Buehler, Bob 1974. Reevaluating Spillway Adequacy of Existing Dams. In Safety of Small Dams, pp.349-70. New York: American Society of Civil Engineers.
15. Cedergren, Harry R. 1976. Evaluation of Seepage Stability of Dams. In Evaluation of Dam Safety, pp.195-218. New York: American Society of Civil Engineers.
16. Committee on Failures and Accidents to Large Dams of the United States Committee on Large Dams 1975. Lessons From Dam Incidents USA. New York: ASCE/USCOLD.
17. Elston, Judson P. 1973. Purpose or Need for Grouting in the Treatment of Foundations. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.563-69. New York: American Society of Civil Engineers.
18. Engineering Magazine 1964. Lessons Learnt from Dam Disasters. Engineering, Vol. 197, pp.681-83.
19. Engstrom, Fred 1973. Mechanical Equipment Problems on Old Dams. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.440-50. New York: American Society of Civil Engineers.
20. Federal Coordinating Council for Science, Engineering and Technology 1978. Improving Federal Dam Safety. Washington, D.C.
21. Gebhart, Lloyd R. 1973. Foundation Seepage Control Options for Existing Dams. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.660-76. New York: American Society of Civil Engineers.
22. Hagen, Vernon K. 1973. Safety of Dams-Hydrologic & Hydraulic Aspects. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.337-47. New York: American Society of Civil Engineers.
23. International Commission on Large Dams 1974. Lessons From Dam Incidents. Paris, France.
24. Jedlicka, Jerry A. 1973. Some Seismic Studies of Old Dams. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.840-48. New York: American Society of Civil Engineers.
25. Ley, James E. 1973. Foundations of Existing Dams-Seepage Control. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.584-608. New York: American Society of Civil Engineers.



26. Lundin, Lloyd 1973. TVA Dam Inspection Activities. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.39-49. New York: American Society of Civil Engineers.
27. McCann, Franzini and Shah 1983. "Preliminary Safety Evaluation of Existing Dams" Vol. II - User Manual. Prepared for Federal Emergency Management Agency. Stanford, California: Department of Civil Engineering at Stanford University.
28. Miller, Norman 1974. Hydrologic Aspects of Spillway Design Requirements. In Safety of Small Dams, pp.388-416. New York: American Society of Civil Engineers.
29. Prescott, Gordon W. 1973. Investigation by Geophysical and Instrumentation. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.558-62. New York: American Society of Civil Engineers.
30. Prescott, Gordon W. 1974. Identifying Foundation Problems. In Safety of Small Dams, pp.442-46. New York: American Society of Civil Engineers.
31. Ralston, David C. 1976. Latent Stability Deficiencies. In Evaluation of Dam Safety, pp.269-73. New York: American Society of Civil Engineers.
32. Redlinger, J.F. 1973. Stability of Existing Dam Foundations. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.677-87. New York: American Society of Civil Engineers.
33. Rhodes, James A. 1973. Corps of Engineers Dam Inspection Program. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.61-66. New York: American Society of Civil Engineers.
34. Sarkaria, G.S. 1973. Safety Appraisal of Old Dams: An Updated Perspective. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.405-17. New York: American Society of Civil Engineers.
35. Scherich, Erwin Thomas 1974. Bureau of Reclamation's Criteria for the Design of Spillways. In Safety of Small Dams, pp.429-41. New York: American Society of Civil Engineers.
36. Sharp, Warren L. 1974. Guidelines Proposed for the Hydrologic & Hydraulic Engineering Aspects of the National Program for Inspection of Dams. In Safety of Small Dams, pp.22-49. New York: American Society of Civil Engineers.
37. Sowers, G.F. 1974. Dam Safety Legislation: A Solution or a Problem. In Safety of Small Dams, pp.65-100. New York: American Society of Civil Engineers.
38. Stroppini, E.W. 1973. Current Program of Seismic Safety. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.786-94. New York: American Society of Civil Engineers.



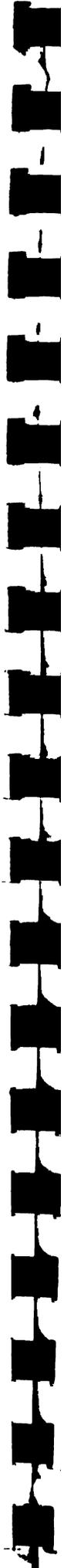
39. Task Committee on the Reevaluation of the Adequacy of Spillways of Existing Dams of the Committee on Hydrometeorology of the Hydraulics Division 1973. Reevaluating Spillway Adequacy of Existing Dams. Journal of the Hydraulics Division Vol.99, pp.337-72.
40. Thomas, Henry H. 1976. The Engineering of Large Dams Part 1 and 2. New York: Wiley.
41. United States Committee on Large Dams 1966. Supervision of Dams by State Authorities. New York.
42. U.S. Department of the Army, Office of the Chief of Engineers 1975. National Program of Inspection of Dams Vol. 1. Washington, D.C.
43. U.S. Department of the Army, Office of the Chief of Engineers 1980. A Progress Report Inspection of Non-Federal Dams Summary for Fiscal Years 1978-1980. Washington, D.C.
44. U.S. Department of the Army, Office of the Chief of Engineers 1982. National Program of Inspection of Non-Federal Dams Final Report to Congress. Washington, D.C.
45. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation 1960. Design of Small Dams. Washington, D.C.
46. Wahler, Wulff and Perry 1974. Safety Investigation, Inspection and Analyses of Existing Dams. In Safety of Small Dams, pp.212-59. New York: American Society of Civil Engineers.
47. Walters, Joseph D. 1973. Alkali-Silica Reaction: A Major Cause of Concrete Deterioration. In Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams, pp.464-76. New York: American Society of Civil Engineers.
48. Westergaard, Neil March 3, 1983. Estes Flood Blamed on Pipe Flaw. reported in the Denver Post. Denver.

State's Documents

49. Arizona, Phoenix, Department of Water Resources, Division of Safety of Dams, Arizona Revised Statutes, Title 45, Chapter 3, Article I, "Supervision of Dams, Reservoirs and Projects," 1980.
50. Arizona, Phoenix, Department of Water Resources, Division of Safety of Dams, Instructions for Preparing and Filing an Application.
51. Scott, Benson G. and Lawrence, Dan Roger 1982. Supervision of Dam Safety in the State of Arizona. From United States Committee on Large Dams. Phoenix.



52. Walters, Joseph D. 1974, Revised 1976. Guidelines for the Determination of Spillway Capacity Requirements. Prepared under Direction of Benson G. Scott, Chief Supervision of Safety of Dams. Phoenix: Division of Safety of Dams, Arizona Water Commission.
53. California, Sacramento, The Resources Agency, Department of Water Resources, Division of Safety of Dams, Statutes and Regulations Pertaining to Supervision of Dams and Reservoirs, 1981.
54. Georgia, Atlanta, Georgia Department of Natural Resources, Environmental Protection Division, Georgia Safe Dams Act 1978 and Rules for Dam Safety, Act No. 796, 1978.
55. CH2M Hill, 1981. Dam Maintenance Standards. Boise: Idaho Department of Water Resources.
56. Idaho, Boise, Department of Water Resources, Mine Tailings Impoundment Structures, Rules and Regulations, 1980.
57. Idaho, Boise, Department of Water Resources, Safety of Dams, Rules and Regulations, 1980.
58. Illinois, Springfield, Department of Transportation, Division of Water Resources, Guidelines and Forms for Inspection of Illinois Dams, Printed 1980.
59. Illinois, Springfield, Department of Transportation, Division of Water Resources, Procedural Guidelines for Preparation of Technical Data to be Included in Applications for Permit for Construction and Maintenance of Dams, 1981.
60. Illinois, Springfield, Department of Transportation, Division of Water Resources, Rules for Construction and Maintenance of Dams, Adopted 1980.
61. Indiana, Indianapolis, Department of Natural Resources, Recommendations for Maintenance and Repair of Earthfill Dams and Appurtenant Works, Circular No. 9, 1966.
62. Indiana, Indianapolis, Department of Natural Resources, Division of Water, Application for Approval of Construction in a Floodway.
63. Indiana, Indianapolis, Department of Natural Resources, Division of Water, Instructions for Making Application for Approval of Construction in a Floodway.
64. Indiana, Indianapolis, Indiana Flood Control and Water Resources Commission, Maintenance and Repair of Dams, Levees, Dikes, and Floodwalls, Circular No. 6, 1961.
65. Honcker, H.K. Guidelines for Maintenance and Inspection of Dams in Kentucky. Frankfort: Department for Natural Resources and Environmental Protection, Kentucky Division of Water Resources.



66. Kentucky, Frankfort, Department for Natural Resources and Environmental Protection, Bureau of Environmental Protection, Division of Water, A General Discussion of Dam Breach Analysis, 1979.
67. Kentucky, Frankfort, Department for Natural Resources and Environmental Protection, Bureau of Environmental Protection, Division of Water, Design Criteria for Dams and Associated Structures, Engineering Memorandum No. 5, 1975.
68. Kentucky, Frankfort, Department for Natural Resources and Environmental Protection, Bureau of Environmental Protection, Division of Water, Guidelines for the Geotechnical Investigation and Analysis of Existing Earth Dams, 1980.
69. Maine, Augusta, Department of Agriculture, Food and Rural Resources, Bureau of Rural Resources, Determination of the Safety and Sufficiency of a Dam or Reservoir, Chapter 375.
70. Maine, Augusta, Department of Agriculture, Food and Rural Resources, Bureau of Rural Resources, Rivers and Streams, Chapter 5, Title 38, M.R.S.A. Sec. 811, 812, 813 and 814.
71. Maryland, Annapolis, Annotated Code of Maryland, Maryland Statute, Subtitle 8.
72. Maryland, Annapolis, Department of Natural Resources, Water Resources Administration, Rules and Regulations governing Construction on Non-Tidal Waters and Floodplains, 08.05.03.01-08.05.03.11, 1978.
73. Maryland, Annapolis, Maryland Civil Defense, General Guidelines-Emergency Action Plan Development for Impounding Structures.
74. Michigan, Lansing, Department of Natural Resources, Application for Dam Permit.
75. Michigan, Lansing, Department of Natural Resources, Dam Construction Approval Act, Act No. 184, Public Acts of 1963 as amended by Act No. 68, Public Acts of 1970 and Act No. 204, Public Acts of 1971.
76. Michigan, Lansing, Department of Natural Resources, Dam Inspection Report, under Act 146, Public Acts of 1961 as amended.
77. Michigan, Lansing, Department of Natural Resources, Duties of County Drain Commissioners under the Inland Lake Level Act, under Act 146, Public Acts of 1961 as amended.
78. Michigan, Lansing, Department of Natural Resources, Guidelines for Conducting a Lake Level Survey, under Act 146, Public Acts of 1961 as amended.
79. Michigan, Lansing, Department of Natural Resources, Inland Lake Level Act, Act No. 146, Public Acts of 1961 as amended by Act No. 175, Public Acts of 1969.



80. Michigan, Lansing, Department of Natural Resources, Passage of Fish Over Dams, Act 123, Public Acts of 1929.
81. Michigan, Lansing, Department of Natural Resources, Procedures for Stabilizing Inland Lake Levels, under Act 146, Public Acts of 1961 as amended.
82. Minnesota, St. Paul, Department of Natural Resources, Dam Safety Permit Review Procedures, 1982.
83. Minnesota, St. Paul, Department of Natural Resources, Minnesota Code of Agency Rules-Dam Safety, 1980.
84. Mississippi, Jackson, Mississippi Department of Natural Resources, Bureau of Land and Water Resources, Water Laws, Mississippi Code of 1972, 1972, as amended.
85. New Jersey, Trenton, Department of Environmental Protection, Division of Water Resources, Assembly Bill No. 1354, introduced March 13, 1980.
86. New Mexico, Santa Fe., Natural Resources Department, Water Resources Division, New Mexico Statutes Annotated (NMSA 1978), Sections 72-5-9, 72-5-10, 72-5-11, 72-5-12, 72-5-32.
87. New Mexico, Santa Fe, State Engineer, Manual of Rules and Regulations Governing the Appropriation and Use of the Surface Waters of the State of New Mexico, Revised 1953 and amended by Order #61 of 1956, Order #68 of 1957, Order #76 of 1959, and Order #89 of 1962.
88. New Mexico, Santa Fe, State Engineer, State Engineer Office Engineering Review Project Check Lists I and II, Revised 1981.
89. New York, Albany, Department of Environmental Conservation, Guidelines for Design of Small Dams Information Circular.
90. New York, Albany, Department of Environmental Conservation, New York State Environmental Conservation Law, Article 15, Section 15-0503 and Section 15-0507.
91. New York, Albany, Department of Environmental Conservation, Part 608-Use and Protection of Waters, under Statutory Authority of the Environmental Conservation Law, Title 5 of Article 15 and Article 70.
92. North Carolina, Raleigh, Dam Safety Law of 1967, as amended, 143-215.23 - 143-215.37.
93. North Carolina, Raleigh, Department of Natural Resources and Community Development, Dam Safety, Inspection of Dams.
94. North Carolina, Raleigh, Department of Natural Resources and Community Development, Environmental Management Commission, North Carolina Administrative Code, Title 15, Subchapter 2K.



95. Ohio, Columbus, Department of Natural Resources, Rules of the Ohio Department of Natural Resources, Division of Water, Effective 1981.
96. Oregon, Salem, Water Resources Department, Oregon Administrative Rules, Chapter 690, Division 20.
97. Oregon, Salem, Water Resources Department, Oregon Water Laws, Sections 540.310-540.400, 1980.
98. Pennsylvania, Harrisburg, Department of Environmental Resources, Rules and Regulations, Title 25, Part I, Subpart C, Article II, Chapter 105.
99. Pennsylvania, Harrisburg, Department of Environmental Resources, Office of Resources Management, Bureau of Dams and Waterway Management, Dam Safety and Encroachments Act.
100. South Dakota, Bismark, 1981 Century Code, 61-02-01, 61-04-02, 61-04-06.1, 61-04-06.2, 61-04-06.3, 61-04-12, 61-16.1-38, 61-16.1-39, 61-16.1-40, 61-16.1-41, 61-16.2-11.
101. Tennessee, Nashville, Tennessee Department of Conservation, Division of Water Resources, Rules of Tennessee Department of Conservation Division of Water Resources, Chapter 0400-4-1.
102. Tennessee, Nashville, Tennessee Department of Conservation, Division of Water Resources, Tennessee Code Annotated, Chapter 25, 1973.
103. Texas, Austin, Texas Department of Water Resources, General Information for Owners of Dams and Reservoirs.
104. Texas, Austin, Texas Water Development Board, Requirements for Dams and Reservoirs, 156.05, Texas Administrative Code Sections 309.1-.4, 309.11-.12, 309.21-.25, 309.31-.40, 309.51-.55.
105. Utah, Salt Lake City, Utah Natural Resources and Energy, Division of Water Rights Dam Safety Inspection Report.
106. Utah, Salt Lake City, Utah Natural Resources and Energy, Division of Water Rights, Rules and Regulations Governing Dam Safety in Utah, 1982.
107. Virginia, Richmond, Waters of the State, Ports and Harbors, Title 62.1, Chapters 8 and 8.1.
108. Virginia, Richmond, Bureau of Water Control Management, Virginia State Water Control Board, Proposed Amended Regulations for Issuing Construction Permits and Permits to Operate and Maintain Impounding Structures and Impoundments, Draft Copy, 1982.
109. Virginia, Richmond, Bureau of Water Control Management, Virginia State Water Control Board, Safety Evaluation of Small Earth Dams, Information Bulletin 549, 1982.



110. Virginia, Richmond, House, Dam Safety Act, House Bill No. 240.
111. West Virginia, Charleston, West Virginia Department of Natural Resources, Division of Reclamation, Dam Control Section, Dam Control Act, Chapter 20, Article 5D.
112. West Virginia, Charleston, West Virginia Department of Natural Resources, Division of Reclamation, Dam Control Section, Dam Control Regulations, Chapter 20, Article 5D, Series VII-A.
113. Wisconsin, Madison, Department of Natural Resources, Dam Construction, Chapter NR117.
114. Wisconsin, Madison, Department of Natural Resources, Bureau of Water Regulation and Zoning, "State Dam Regulation Questionnaire," and "Wisconsin Dam Regulations (Questionnaire Responses)."
115. Wisconsin, Madison, Department of Natural Resources, Bureau of Water Regulation and Zoning, What You Need to Know About Owning a Dam.
116. Wyoming, Cheyenne, Inspection of Dams Law, Wyoming Statutes, Sections 41-3-307 - 319, 1977.
117. Wyoming, Cheyenne, "Wyoming Dam Inspection Report," form.
118. Wyoming, Cheyenne, Wyoming State Engineer's Office in Cooperation with the U.S. Corps of Engineers, Guidelines for Maintenance and Inspection of Dams in Wyoming, 1981.

Federal Agency's Documents

119. Ad Hoc Interagency Committee on Dam Safety of the Federal Coordinating Council for Science, Engineering and Technology 1979. Federal Guidelines for Dam Safety. Washington, D.C.: Reprinted by Federal Emergency Management Agency.
120. Federal Coordinating Council for Science, Engineering and Technology 1978. Improving Federal Dam Safety. Washington, D.C.
121. International Boundary and Water Commission, United States Section 1978. Safety of Dams Manual. El Paso.
122. Tennessee Valley Authority. Agreement Between OEDC and ONR on Inspection and Maintenance of Nonpower Water Control Projects, Periodic Joint Inspection Program. Knoxville.



123. Tennessee Valley Authority. Agreement Between OEDC and POWER on Inspection and Maintenance of Hydroelectric Projects, Periodic Joint Inspection Program. Knoxville.
124. U.S. Department of the Army, Corps of Engineers 1980. Flood Emergency Plans, Guidelines for Corps Dams. Davis: Hydrologic Engineering Center.
125. U.S. Department of the Army, Office of the Chief of Engineers. Recommended Guidelines for Safety Inspection of Dams Appendix D. Washington, D.C.
126. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation 1981. Preparation of Technical Data Book. Denver.
127. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation 1980. Safety Evaluation of Existing Dams. Denver.
128. U.S., Washington, D.C., Federal Energy Regulatory Commission, Regulations Governing Safety of Water Power Projects and Project Works, Docket No. RM80-31, Order No. 122, Final Rule, Issued 1981.



APPENDIX A

ADDRESSES OF STATE OFFICES PROVIDING INFORMATION

The addresses listed in the following are for state offices that provided information upon our request concerning their dam safety programs. To our knowledge the list is complete and omission of any state is unintentional.

Chief, Division of Safety of Dams
Department of Water Resources
99 E. Virginia Avenue
Phoenix, Arizona 85004

Division of Safety of Dams
Department of Water Resources
The Resources Agency
Sacramento, California 95802

Chief, Dam Safety Branch
Division of Water Resources
Office of the State Engineer
1313 Sherman Street - Room 818
Denver, Colorado 80203

Dam Safety Program
Environmental Protection Division
Department of Natural Resources
270 Washington Street, S.W.
Atlanta, Georgia 30334



Dam Safety Section
Department of Water Resources
Statehouse
Boise, Idaho 83720

Dam Safety Section
Division of Water Resources
Illinois Department of Transportation
2300 South Dirksen Parkway
Springfield, Illinois 62764

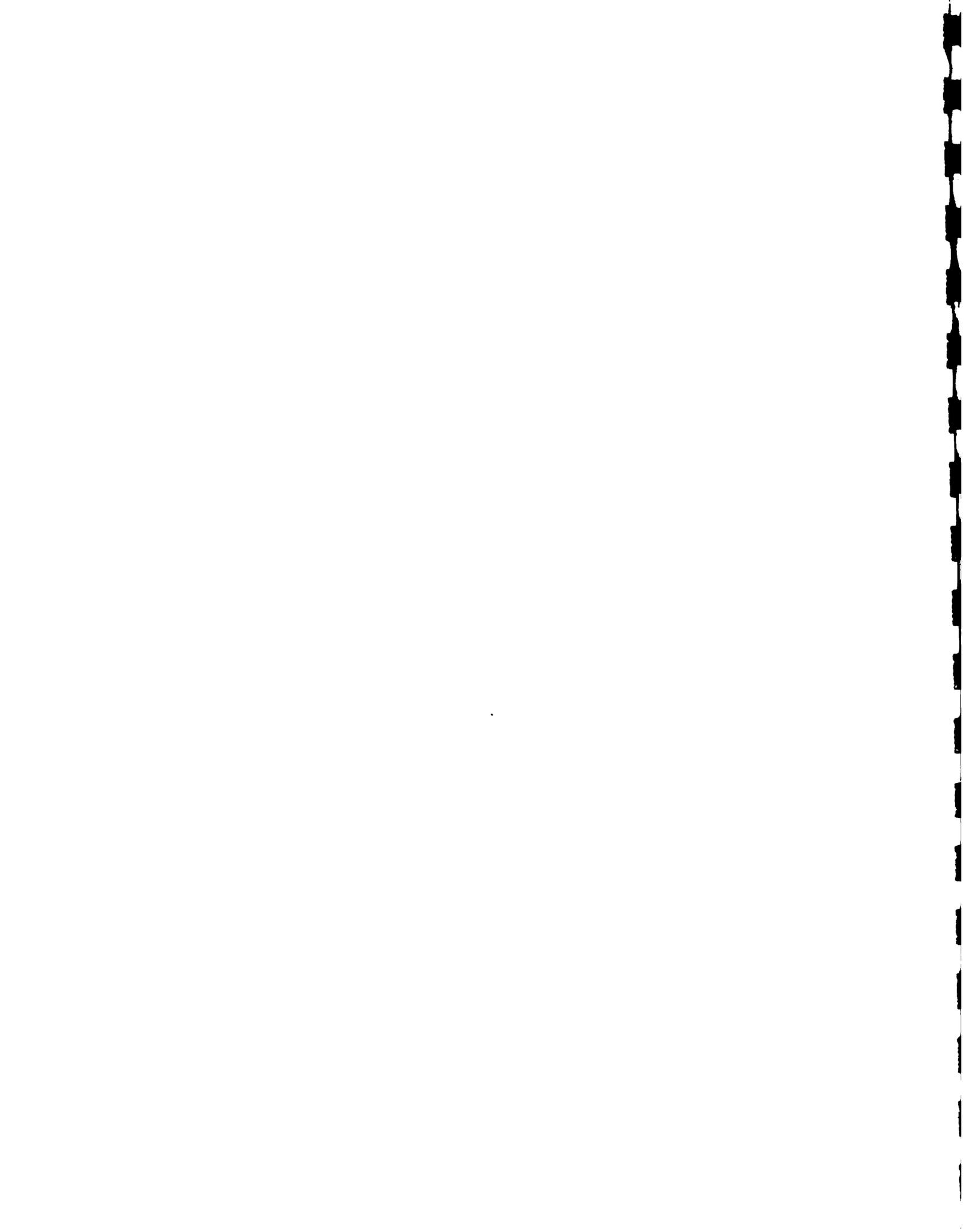
Division of Water
Indiana Department of Natural Resources
605 State Office Building
100 North Senate Avenue
Indianapolis, Indiana 46204

Floodplain Management Section
Division of Water
Natural Resources & Environmental Protection
18 Reilly Road
Frankfort, Kentucky 40601

Director
Bureau of Agricultural & Rural Resources
Department of Agriculture, Food & Rural Resources
State House Station 28
Augusta, Maine 04333

Division Chief-Dam Safety
Water Resources Administration
Department of Natural Resources
Tawes State Office Building
Annapolis, Maryland 21401

Dam Safety & Lake Engineering Unit
Water Management Division
Department of Natural Resources
Stevens T. Mason Building
Box 30028
Lansing, Michigan 48909



Dam Safety Unit
Division of Waters
Department of Natural Resources
Box 32
Centennial Office Building
St. Paul, Minnesota 55155

Dam Safety Coordinator
Bureau of Land and Water Resources
P.O. Box 10631
Jackson, Mississippi 39209

Dam Analysis Section
Bureau of Flood Plain Management
Division of Water Resources
Department of Environmental Protection
P.O. Box CN 029
Trenton, New Jersey 08625

State Engineer
Water Resources Division
Natural Resources Department
Bataan Memorial Building
Santa Fe, New Mexico 87503

Dam Safety Section
Flood Protection Bureau
Department of Environmental Conservation
50 Wolf Road
Albany, New York 12233

Land Quality Section
Division of Land Resources
Department of Natural Resources & Community Development
Box 27687
Raleigh, North Carolina 27611

Dam Safety Engineer
State Water Commission
900 East Boulevard
Bismarck, North Dakota 58505



Dam Inspection Section
Division of Water
Department of Natural Resources
Fountain Square
Columbus, Ohio 43224

Dam Safety
Water Resources Department
555 Thirteenth Street, NE
Salem, Oregon 97310

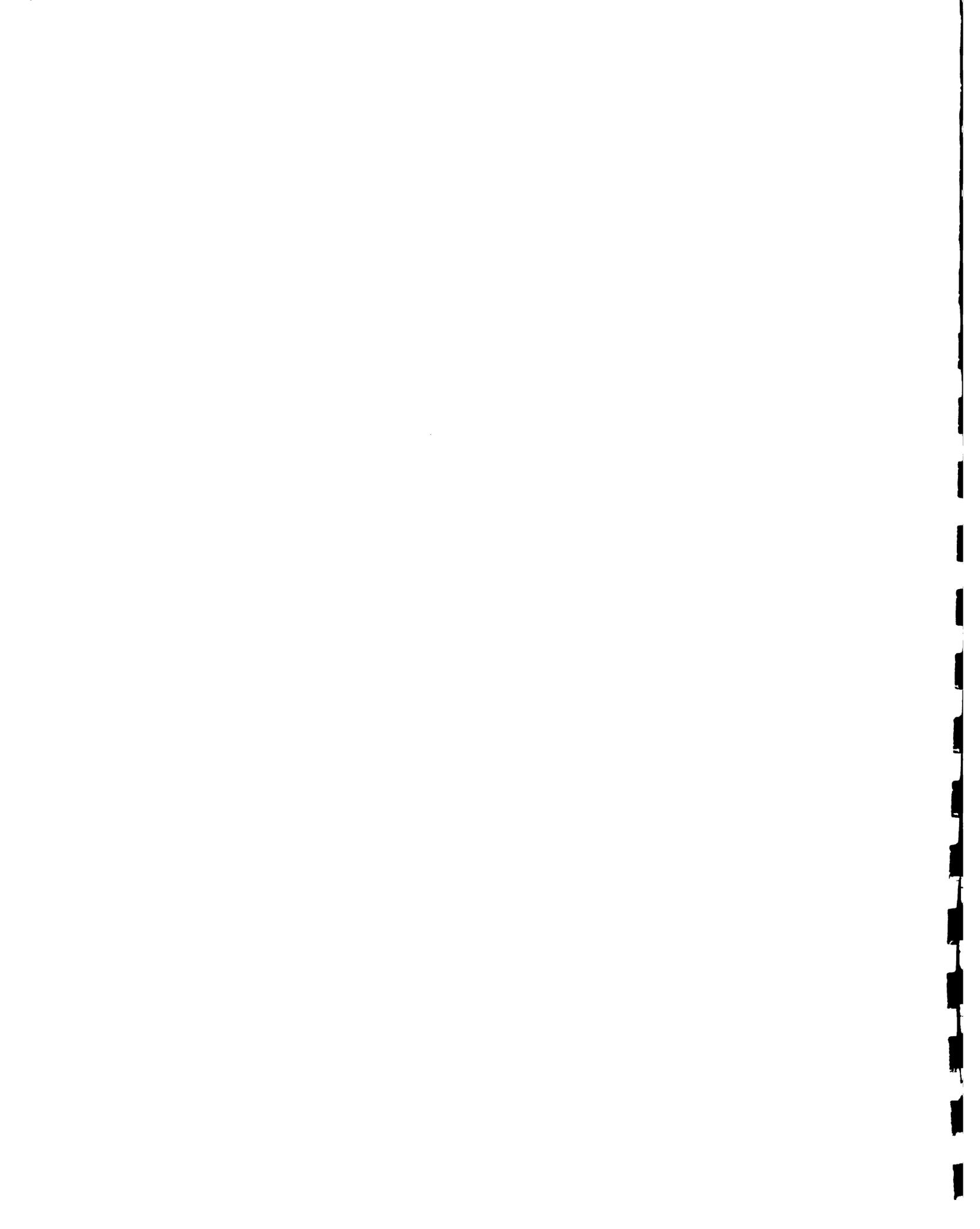
Division of Dam Safety
Department of Environmental Resources
P.O. Box 2357
Harrisburg, Pennsylvania 17120

Chief Engineer
Division of Water Resources
Department of Conservation
701 Broadway
Nashville, Tennessee 37203

Dam Safety Unit
Department of Water Resources
P.O. Box 13087 Capitol Station
1700 N. Congress Avenue
Austin, Texas 78711

State Engineer
Water Rights
Natural Resources & Energy
1636 West North Temple
Salt Lake City, Utah 84116

State Water Control Board
Bureau of Water Control Management
P.O. Box 11143
Richmond, Virginia 23230



Dam Control Section
Division of Reclamation
Department of Natural Resources
Charleston, West Virginia 25305

Water Regulation Section
Bureau of Water Regulation & Zoning
Department of Natural Resources
Madison, Wisconsin 53707

State Engineer's Office
Barrett Building
Cheyenne, Wyoming 82002



