



PROYECTO DE NORMA MEXICANA

PROY-NMX-AA-175-SCFI-2015

**OPERACIÓN SEGURA DE PRESAS. PARTE 1.- ANÁLISIS
DE RIESGO Y CLASIFICACIÓN DE PRESAS.**

**SAFETY OPERATION OF DAMS. PART 1- RISK ANALYSIS AND
CLASSIFICATION OF DAMS**



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX-AA-175-SCFI-2015

P R E F A C I O

En la elaboración de este proyecto de norma mexicana participaron las siguientes organizaciones e instituciones:

- CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED)
- COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MÉXICO, A. C. (CICM)
- COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE)
- COMITÉ MEXICANO DE GRANDES PRESAS (CMGP)
- SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN
 - Protección Civil
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
 - Comisión Nacional del Agua
 - Subdirección General Técnica
 - Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola
 - Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento
 - Coordinación General de Atención a Emergencias y Consejos de Cuenca
 - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 - Instituto de Ingeniería



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX-AA-175-SCFI-2015

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo		Página
#		
0	INTRODUCCIÓN	1
1	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2	DEFINICIONES	2
3	DISPOSICIONES	5
4	REQUISITOS	5
5	OBSERVANCIA DE ESTE PROYECTO DE NORMA	11
6	VIGENCIA	11
7	BIBLIOGRAFÍA	11
8	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	12



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX-AA-175-SCFI-2015
1/12

PROYECTO DE NORMA MEXICANA PROY-NMX-AA-175-SCFI-2015

OPERACIÓN SEGURA DE PRESAS. PARTE 1.- ANÁLISIS DE RIESGO Y CLASIFICACIÓN DE PRESAS.

SAFETY OPERATION OF DAMS. PART 1. RISK ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF DAMS

0 INTRODUCCIÓN

El artículo 100 de la Ley de Aguas Nacionales establece que la Comisión Nacional del Agua elaborará Normas o realizará las acciones necesarias para evitar que la construcción u operación de una obra hidráulica altere desfavorablemente las condiciones de una corriente o ponga en peligro la vida de las personas y la seguridad de sus bienes o la integridad de los ecosistemas.

En nuestro país existen aproximadamente 5,000 presas las cuales son administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); la Comisión Federal de Electricidad (CFE); la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), Sección México; Asociaciones de Usuarios y Propietarios Particulares; representantes de Gobiernos Estatales y Municipales.

La CONAGUA, como autoridad responsable de la administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, ve la necesidad de conservar y, en su caso, mejorar la seguridad de las presas por medio de instrumentos regulatorios tendientes a mitigar los posibles efectos negativos o daños a terceros debidos a una descarga de sus obras de desfogue o a su falla parcial o total que puedan provocar pérdida de vidas humanas o daño a zonas urbanas, infraestructura, y medio ambiente.

Por lo anterior, la CONAGUA promueve el presente Proyecto de norma mexicana en el marco de lo establecido por la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento y la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía aprobó el presente proyecto de norma mexicana, cuyo aviso de consulta pública fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el:



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX-AA-175-SCFI-2015
2/12

Este proyecto de norma mexicana establece los requisitos que deben cumplir las presas en operación en el territorio nacional para determinar su grado de riesgo o potencial de daños en la zona de posible inundación aguas abajo debido a la operación, falta de mantenimiento o de cuidado de las presas, por una descarga, o por falla parcial o total de la presa.

Este proyecto de norma mexicana es aplicable a los concesionarios, asignatarios, administradores, y usuarios formales e informales de las presas en operación dentro del territorio nacional y corresponde a estos observar su cumplimiento.

2 DEFINICIONES

Para los propósitos de este proyecto de norma mexicana, se establecen las definiciones siguientes:

2.1 Altura:

Dimensión vertical topográfica entre el nivel del cauce aguas abajo y el nivel más bajo de la corona de la cortina.

2.2 Asignatario:

Dependencia u organismo descentralizado de los gobiernos municipales, estatales o del Distrito Federal, el cual hace uso o aprovecha aguas nacionales a través de un título otorgado por el Ejecutivo Federal, a través de la "La Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, destinadas a los servicios de agua con carácter de uso público urbano o doméstico.

2.3 CONAGUA:

Comisión Nacional del Agua, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con funciones de Derecho Público en materia de gestión de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, con autonomía técnica, ejecutiva, administrativa, presupuestal y de gestión, para la consecución de su objeto, la realización de sus funciones y la emisión de los actos de autoridad que conforme a la Ley corresponde tanto a ésta como a los órganos de autoridad a que la misma se refiere. También llamada en este proyecto de norma "La Comisión".

2.4 Concesionario:



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

Persona física o moral, de carácter público o privado, que explota, usa o aprovecha las aguas nacionales, y sus bienes públicos inherentes a través de un Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de la CONAGUA.

2.5 Cortina:

Elemento de una presa que consiste en una barrera que se construye, generalmente, en el cauce de un escurrimiento natural tal como un río o arroyo. Los materiales que la forman pueden ser tierra, enrocamiento, concreto, mampostería, otros o combinación de éstos.

2.6 Descarga:

Volumen de agua vertida por las obras de la presa.

2.7 Emergencia:

Aquella condición que se desarrolla por una creciente por el cauce, lluvias, sismos, falla de la cortina y sus obras auxiliares y, en general, por aquellos eventos naturales y antrópicos que ponen en peligro la integridad estructural de alguno de los componentes de la presa, la población y sus bienes, incluyendo terrenos cultivables, silvícolas, potreros, terrenos comunales y ganado, las afectaciones a la infraestructura y el daño a los recursos naturales y económicos y que, además, requiere de una respuesta inmediata de las autoridades y la población.

2.8 Evento Extraordinario:

Cualquier condición, evento o acción inesperada, como una descarga extraordinaria, un sismo severo o vandalismo, que afecte la seguridad, estabilidad, funcionalidad o integridad de la presa o de sus obras complementarias, pudiendo afectar de manera adversa vidas humanas, bienes económicos y recursos naturales, incluyendo la suspensión del suministro de agua potable para uso doméstico e industrial, para riego y/o generación de energía eléctrica u otros usos para beneficio público.

2.9 Falla de la presa:

Descarga súbita y sin control del agua embalsada, por alguna de las obras de la presa que provoca que el vaso de almacenamiento no pueda llenarse a su capacidad de operación o por ruptura de la cortina.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

2.10 La Ley:

Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento.

2.11 Nivel de Conservación:

Nivel de aguas máximas de operación del embalse en metros sobre el nivel del mar o en metros para satisfacer las demandas de uso de una presa con un vertedor controlado. Su valor puede variar en función de la política de operación.

2.12 Peligro:

Probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado.

2.13 Presa:

Obra hidráulica formada por la cortina sobre el cauce de un arroyo o río y el embalse, en su caso, incluye obras de excedencias, de toma y diques; la cual almacena, regula o deriva agua de escurrimientos naturales de un río o arroyo y que modifica el régimen hidráulico e hidrológico de los escurrimientos.

2.14 Responsables:

Personas físicas o morales propietarios, concesionarios, asignatarios, poseedores, administradores o usuarios formales e informales de presas que por las disposiciones jurídicas aplicables son responsables de su mantenimiento, vigilancia y seguridad estructural, hidrológica, geotécnica y funcional.

2.15 Riesgo:

Daños o pérdidas probables en términos monetarios sobre un agente afectable, resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador

2.16 Usuarios de presas:

Personas físicas o morales que utilizan o aprovechan en su beneficio cualquier presa y el agua que se almacena o fluye por ella.

2.17 Vulnerabilidad:



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

Susceptibilidad o propensión de un agente afectable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales.

3 DISPOSICIONES

- 3.1** Para los efectos del presente proyecto de norma mexicana, las disposiciones y requisitos que deben ser cumplidos por los responsables, serán también aplicables a los asignatarios, concesionarios, usuarios y a toda institución o entidad pública que tenga encomendada la operación y aprovechamiento de presas.
- 3.2** La vigilancia y revisión de sus condiciones, clasificación por su peligro, análisis de riesgo y la elaboración e implantación del plan de emergencia de las presas corresponde a los responsables.
- 3.3** La responsabilidad de operar, mantener, conservar y reparar la presa es del concesionario, asignatario o responsable de la obra.
- 3.4** La responsabilidad de informar cada 10 años a la CONAGUA sobre las condiciones de seguridad y conservación de la presa, o después que ocurra un evento extraordinario, es del concesionario, asignatario o responsable de la obra.

4 REQUISITOS

4.1 Clasificación de presas por su potencial de daños

El responsable debe efectuar una evaluación de las condiciones estructurales y funcionales de la presa y el estudio de la zona de inundación aguas abajo para diferentes eventos probables, con objeto de clasificarla en función de su potencial de daños debido a su operación, una descarga extraordinaria o falla parcial o total de la presa.

Con base en la determinación de la zona de inundación, el responsable debe estimar los posibles daños aguas abajo de la presa, tomando en cuenta la pérdida de vidas humanas, zonas productivas, a la infraestructura, pérdidas económicas y afectación al medio ambiente.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

Con objeto de considerar los cambios en el uso del suelo aguas abajo de la presa que puedan modificar su clasificación, el responsable debe actualizar el análisis cada 10 años. Dicha actualización debe ser sometida a la aprobación de la CONAGUA.

Esta clasificación expresa el potencial de muertes y destrucción para la población y propiedades aguas abajo en caso de falla o por la operación de la presa.

4.2 Clasificación

El proceso del análisis de riesgo de una presa debe tomar en cuenta los resultados de las inspecciones a la presa y la evaluación de su comportamiento estructural y funcional históricos de la presa para:

Determinar modos de falla, construir árbol de eventos relacionados con cada uno de los modos de falla y enlistarlos. Con lo anterior identificar los peligros a través de la secuencia de eventos, escenarios o mecanismos potenciales que pueden ocasionar la falla de la presa y estimar la probabilidad de ocurrencia de los mismos para determinar la probabilidad de falla.

Analizar las consecuencias de la falla con base en el escenario de falla más crítico.

Estimar el riesgo de las presas con la fórmula:

$$R_{N,\$} \approx \rho_C \times \rho_R \times C_{N,\$}$$

Donde:

$R_{N,\$}$ = Riesgo anualizado expresado en términos de pérdida de vidas (H) o en términos monetarios del daño (\$).

ρ_C = Probabilidad anual de ocurrencia de una amenaza o acción que pueda causar la falla de la presa: carga hidráulica del embalse, carga sísmica, desbordamiento, entre otros.

ρ_R = Probabilidad anual de ocurrencia de un mecanismo de falla o de la respuesta de la presa dada la ocurrencia de ρ_C .

$C_{N,\$}$ = Consecuencia de la falla de una presa expresada en términos de pérdida de vidas (H) o en términos monetarios del daño (\$), dada la ocurrencia de ρ_R .

La valoración de consecuencias debe expresarse en términos de pérdida de vidas humanas (H), o en términos económicos mediante el intercambio de valores monetarios en las relaciones Costo/Beneficio. Para lo anterior, el costo de daños



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

a los bienes como consecuencia de la falla de una presa puede estimarse mediante la expresión siguiente:

$$P = \frac{1}{i} \left[1 - \frac{1}{(1+i)^N} \right] S$$

Siendo:

P = Valor futuro del bien.

i = Tasa de descuento.

N = Vida útil esperada del bien.

S = Valor anual de los servicios aportados del bien.

La estimación de daños debe incluir:

- pérdida de ingresos por los servicios que ofrece la presa
- costo de reposición o rehabilitación de la propia presa
- daños a bienes estimados por reparación, reemplazo y/o remoción
- pérdida del ingreso por actividades interrumpidas en áreas comerciales, agrícolas e industriales, entre éste el pago de salarios a trabajadores
- costos de acciones de respuesta antes y durante la emergencia y del restablecimiento de actividades después de la misma
- los ambientales.

En el caso de pérdidas que no puedan valorarse en términos monetarios, tales como: los monumentos históricos, especies en peligro de extinción, obras de arte, prestigio de las instituciones, deben identificarse como valores intangibles.

Considerando las valoraciones de consecuencias de una falla de la Tabla 1, así como los resultados obtenidos con los criterios mencionados en los niveles de clasificación de consecuencia alta y media en términos de pérdida de vidas humanas para una presa, son inaceptables probabilidades de falla mayores de 1×10^{-4} o efectuarse acciones de reducción de riesgo conforme a los criterios de aceptación de riesgo que se indican en la Grafica 1.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

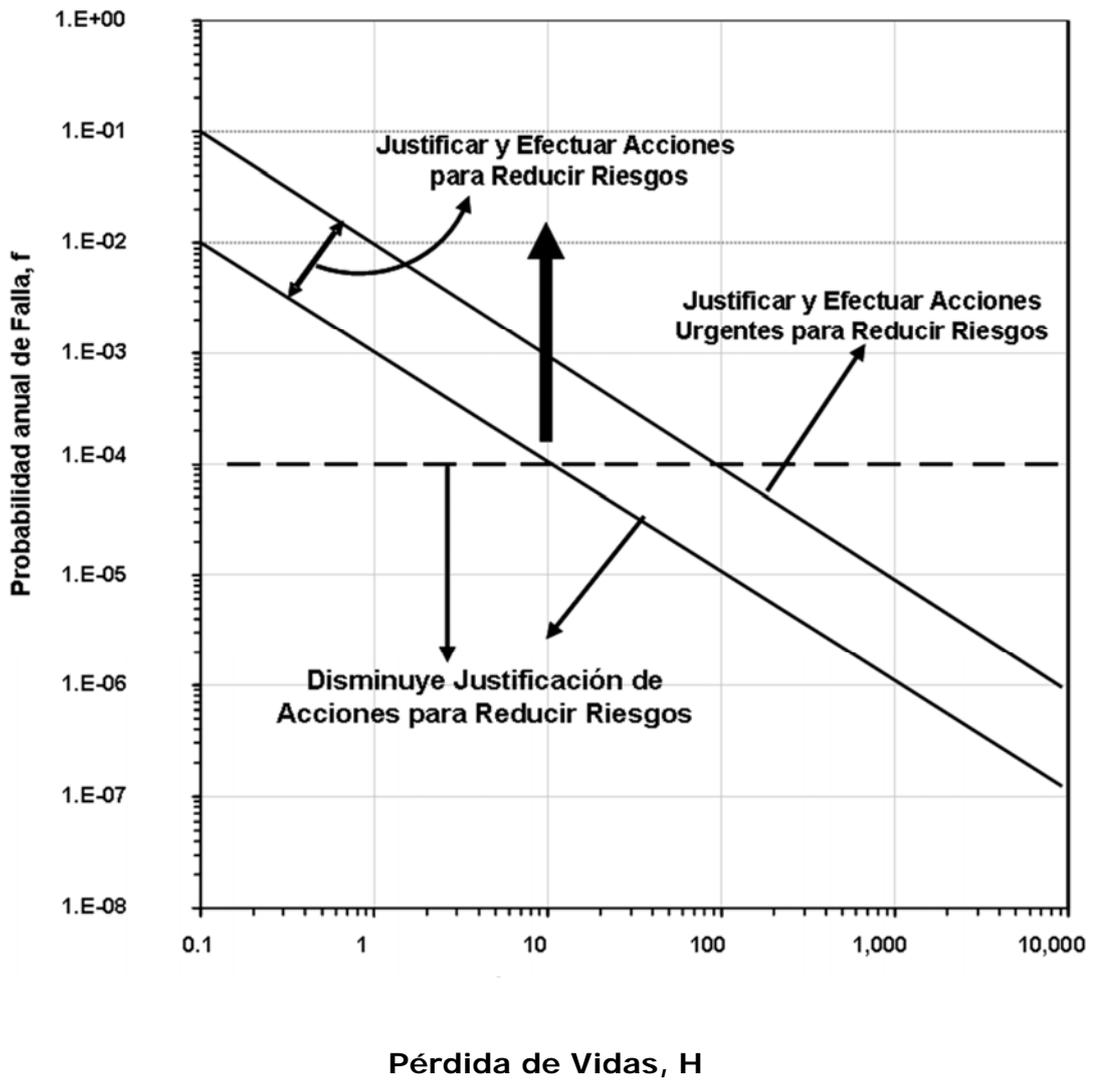
TABLA 1. Clasificación de consecuencias aguas abajo de una presa

Clasificación de Consecuencia	Consecuencias de una Falla		
	Pérdida de Vidas Humanas	Daños Materiales Posibles	Daños Ambientales ^b ,
ALTA	Población en riesgo > 100 personas	Daños a casas habitación, desarrollos industriales, comerciales, de servicios públicos, o a instalaciones de recreación permanentes. Interrupción de líneas vitales o vías de comunicación principales, o de instalaciones estratégicas esenciales y accesos de servicio críticos ^a .	No es factible mitigar la contaminación o daño ambiental
MEDIA	Población en riesgo entre 10 y 100 personas	Daños en zonas habitacionales rurales o casas habitación aisladas donde no existen desarrollos urbanos, o el uso del suelo es para actividades transitorias o instalaciones de recreación temporal de duración semanal. Interrupción de vías de comunicación secundarias, líneas vitales o de instalaciones y accesos de servicios secundarios no esenciales.	Es factible mitigar la contaminación o daño ambiental
BAJA	Población en riesgo < 10 personas	Daños en zonas agrícolas donde no existen instalaciones o desarrollos permanentemente habitados: granjas, bosques, tierras agrícolas, caminos rurales y vecinales. Sin interrupción de vías de comunicación principales, ni de líneas vitales o de instalaciones estratégicas y accesos de servicios críticos.	Sin contaminación y sin daño ambiental

Notas:

^a) Instalaciones estratégicas esenciales: Instalaciones médicas, vías de comunicación principales (puentes, vados, carreteras federales y autopistas, vías de ferrocarril, caminos y accesos a presas, vertedores o a instalaciones estratégicas para el país). Líneas vitales: acueductos, oleoductos, gasoductos, líneas de transmisiones eléctricas y telefónicas y canales. Vías de comunicación secundarias (puentes, vados, carreteras estatales, caminos rurales vecinales rurales).

^b) Daño potencial a la biodiversidad y ecosistemas frágiles o únicos.



Grafica 1.- Criterios de aceptación de riesgo



4.3 Asignación de la clasificación de potencial de daños

4.3.1 Aspectos específicos

La clasificación asignada a una presa debe basarse en la posibilidad de ocurrencia de un evento y las consecuencias resultantes de la condición de falla que ocasionará el mayor potencial de pérdidas de vidas y de daños materiales.

4.3.2 Clasificación preliminar de potencial de daños

Una evaluación preliminar de la clasificación de una presa puede hacerse con base en un reconocimiento de campo de las estructuras de la presa y en una revisión de los datos disponibles, que incluyen mapas topográficos e imágenes satelitales actuales. El propósito del reconocimiento de campo es reconocer las condiciones de las estructuras y el área de posible afectación aguas abajo para observar qué consecuencias potenciales existen. La probabilidad de que la gente y sus propiedades se afecten debido a una inundación por una falla o mal funcionamiento de la presa se evalúa entonces en forma empírica y se asigna una clasificación preliminar.

Se han realizado trabajos para determinar en forma preliminar una longitud de afectación en el caso de roturas de embalses menores a 250,000 m³ por lo que se debe consultar el documento 8.10 de la bibliografía de este proyecto de norma.

4.3.3 Clasificación formal de potencial de daños

Cuando la clasificación no es evidente a partir de una evaluación preliminar, entonces se requiere una evaluación formal de consecuencias para la cual se debe llevar a cabo un estudio de inundación por una falla de la presa. El estudio de falla de la presa se utiliza para predecir el tirante y velocidad de la onda que produce la falla en zonas con potencial de daño aguas abajo. Los mapas de inundación se desarrollan, por lo general, mediante modelos que simulan la inundación por la falla de presas. Estos mapas muestran las áreas que se inundarían debido a una descarga sin control del agua del embalse.

Las presas que resulten con una clasificación preliminar de peligro alto, deberán evaluarse mediante un análisis de riesgo formal, con alguna de las metodologías indicadas en las referencias y hacerse del conocimiento de la CONAGUA.



Las evaluaciones periódicas de la clasificación de presas por su peligro deben realizarse de tal forma que tomen en consideración los cambios en los desarrollos o de vivienda en la zona de inundación aguas abajo y en su embalse.

5 OBSERVANCIA DE ESTE PROYECTO DE NORMA

La verificación de la evaluación de la conformidad de la Operación Segura de Presas será realizada por CONAGUA o por las Unidades de Verificación Acreditadas y Aprobadas en los términos que estipula la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, en cuyo caso, el responsable de la Operación Segura de Presas debe contar con los informes, actas y/o dictámenes que garanticen el cabal cumplimiento de este proyecto norma.

La Unidad de Verificación, debe:

- Llevar a cabo las acciones de campo necesarias para evaluar el cumplimiento de las especificaciones contenidas en este proyecto norma mexicana.
- Hacer constar en el expediente, mediante pruebas documentales, fotográficas o gráficas el cumplimiento de las especificaciones contenidas en este proyecto de norma mexicana.

Previo a la emisión de un dictamen técnico, la Unidad de Verificación debe formular un informe si existen no conformidades con el proyecto de norma mexicana, para que el interesado corrija las deficiencias que se detecten en el cumplimiento del proyecto de norma. De común acuerdo, la Unidad de Verificación y el interesado fijarán un plazo para corregir las deficiencias.

6 VIGENCIA

El presente proyecto de norma mexicana, una vez que concluya su periodo de consulta pública, entrará en vigor 180 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

7 BIBLIOGRAFÍA

7.1.- Acuerdo mediante el cual se identifica a los responsables de las presas en operación. Publicado en el Diario Oficial. Jueves 27 de mayo de 2010.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- 7.2.** - Bulletin 130 - 2005 "Risk Assessment in Dam Safety Management. A reconnaissance of Benefits. Methods and Current Applications"
- 7.3.** - Comisión Nacional del Agua. Manual de Capacitación en Seguridad de Presas 1998-2000. U.S. Bureau of Reclamation. (FEMA, 2007) Training Aids for Dam Safety.
- 7.4.-** Comisión Nacional del Agua. Lineamientos para la elaboración de mapas de peligro por inundación. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos. 2014.
- 7.5.-** Comisión Nacional del Agua. Manual para el Control de Inundaciones, 2013.
- 7.6.-** Comisión Nacional del Agua. Metodología Simplificada para la evaluación del riesgo en presas, 2005.
- 7.7.** - International Committee on Large Dams. Seguridad de Presas. Recomendaciones. 1988.
- 7.8.** - Federal Emergency Management Agency, Federal Guidelines for Dam Safety, April 2004.
- 7.9.-** Ley de Aguas Nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992 y el decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones a la Ley, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de abril de 2004.
- 7.10.-** XXII Congreso Nacional de Hidráulica, Acapulco, Guerrero, México, Noviembre 2012 "Evaluación de la Longitud de Peligro por Rompimiento de Bordos de Almacenamiento con capacidad menor a 250,000 m³".

8 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Este proyecto de norma mexicana no coincide con ninguna Norma Internacional por no existir Norma Internacional sobre el tema tratado.

MÉXICO, D.F., A

**El Director General de Normas
Lic. Alberto Ulises Esteban Marina**

ROA/LSM/APVG