

NORMATIVA SOBRE SEGURIDAD DE PRESAS

Manuel Alonso Franco

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Presidente de la Comisión de Normas para Grandes Presas (M.M.A.)

Gaspar Zaragoza Gomis

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Consejero Técnico D.G.O.H. C.A. (M.M.A.)

RESUMEN

La escasez e irregular distribución de los recursos hídricos de la Península Ibérica, ha obligado a dotarla de una amplia infraestructura de regulación, acompañada de una normativa de base técnica para garantizar su seguridad. En este artículo se describe y analiza el contenido de la misma, comparando las dos legislaciones vigentes en materia de seguridad de presa: Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas (1967) y Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses (1996) y los distintos agentes que intervienen en ella: Titular y Organismo Inspector. Así mismo se describen las Guías Técnicas que se han desarrollado como complemento del articulado del Reglamento. Finalmente se comentan, a grandes rasgos, la legislación que sobre el tema existe en otros países.

ABSTRACT

The scarcity and irregular distribution of water resources in the Iberian Peninsular has brought about the introduction of a broad set of regulations and technical codes in the interests of safety. This article describes and analyses these technical codes and compares the two dam safety legislations in force: Regulations for Design, Construction and Operation of Large Dams (1967) and the Technical Regulation of Dam and Reservoir Safety (1966). The article considers the different agents involved in the legislation: the Dam Owner and the Inspectorate of Dams and describes the Technical Guidelines that have been drawn up to complement the Codes. The article concludes with a general description of the regulations established in other countries in this regard.

1. NORMATIVA ESPAÑOLA SOBRE SEGURIDAD DE PRESAS EN ESPAÑA

1.1. INTRODUCCIÓN

La seguridad de las presas es una preocupación constante de los técnicos e instituciones que se relacionan con ellas. En estos últimos tiempos el número de foros, jornadas, congresos, reuniones y revistas de la especialidad es enorme.

Las presas son estructuras muy seguras. Según ICOLD la probabilidad de su rotura era del 2% en las presas construidas

antes de 1950 y del 0,5% para las construidas en el periodo 1951-1986. En la última década del siglo, este porcentaje ha descendido al 0,2%. Si bien el riesgo de rotura es pequeño, los daños que estos sucesos producen pueden ser muy grandes.

La rotura de una gran presa es un acontecimiento que trasciende y traspasa sus propias fronteras; es un hecho con una repercusión universal, que a veces ha obligado a revisar conceptos y prácticas en su diseño y construcción.

Cada vez construimos presas más altas y en ubicaciones menos favorables. La técnica actual, los procedimientos y mé-

todos de cálculo permiten hacer estas estructuras más ajustadas a las condiciones reales y ante acciones extremas. Sin embargo, la sociedad exige una mayor calidad de vida y a veces no asume la construcción de nuevas presas, quizás porque son riesgos impuestos y no buscados, y porque los más afectados –traslados de poblaciones, pérdidas de propiedades y riesgos aguas abajo– no son siempre los beneficiarios directos; la presión ejercida, a veces excesiva, en defensa del entorno natural, puede anular o alterar los beneficios de una planificación ya realizada.

1.2. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA LEGISLACIÓN ESPAÑOLA EN MATERIA DE PRESAS

España con sus 1.200 presas ocupa un lugar destacado en el número de presas construidas y explotadas, sólo superado por cuatro países: EEUU, China, India y Japón. Este hecho, junto a unos comienzos tempranos en su construcción, han propiciado que España haya figurado en el grupo de países pioneros en la promulgación de normativas técnicas para el proyecto, construcción y conservación de sus presas.

La legislación española para presas y embalses es amplia y data de principios del siglo XX, siendo una posible relación cronológica de la misma la siguiente:

- ▼ *Ley de Aguas de 1879.*
- ▼ *Instrucción para la redacción de los proyectos de Pantanos de 1905.*
- ▼ *Normas transitorias para Grandes Presas de 1960.*
- ▼ *Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas de 1962/1967.*
- ▼ *Ley de Aguas de 1985.*
- ▼ *Reglamento técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses de marzo de 1996 (en adelante Reglamento).*

La *ley de aguas* en sus textos de 1879 y 1985 trata los temas referentes a los recursos, al dominio público hidráulico, a la planificación hidrológica etc, pero no menciona las infraestructuras, presas en nuestro caso.

La *instrucción para la redacción de Pantanos* de 1905 fue redactada por una Comisión de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del entonces Ministerio de Fomento. Fue la primera normativa que hubo en Europa, anterior en 20 años a la primera norma italiana promulgada con motivo de la rotura de la presa de GLENO. En aquel momento existían en España unos 64 embalses. Cabe destacar que esta Instrucción, de 9 capítulos y unos 100 apartados, es una norma de carácter abierto, que considera a cada presa como un prototipo. En su introducción señala:

Las reglas, prescripciones y programas contenidos no han de considerarse como pauta invariable a la que necesariamente habrán de sujetarse todos los proyectos de panta-

nos. Los Ingenieros quedan en libertad para introducir las modificaciones que consideren necesarias o que hagan indispensables las circunstancias especiales en cada caso.

Dos hechos derivados de la rotura de la presa de Vega de Tera (1959) marcaron un gran avance en la normativa de nuestro país: la creación, por el Ministerio de Obras Públicas, del Servicio de Vigilancia de Presas dependiente de la Comisaría Central de Aguas y la creación de la Comisión de Normas para Grandes Presas (en adelante CNGP), adscrita funcionalmente a la Dirección General de Obras Hidráulicas, ambas en 1959.

El Servicio de Vigilancia de Presas comenzó su andadura con la redacción de las *Normas Transitorias para Grandes Presas*, publicación interna del Departamento Ministerial.

A la CNGP se le encomendó la redacción, en 1962, de una normativa con carácter provisional convirtiéndose cinco años después, en 1967, en la *Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas*, una vez analizadas las sugerencias y observaciones realizadas por los organismos oficiales, instituciones privadas y de la experiencia obtenida por los usuarios en su corto lapso. En aquel momento el número de presas en explotación en nuestro país era de 605.

Esta instrucción, aún vigente, ha sido la única norma durante 30 que ha prestado una gran ayuda a los técnicos de una época en la que la construcción de presas alcanzó máximos históricos. Sin embargo, esta Instrucción se presenta como un documento de difícil aplicabilidad, dada su rigidez para atender a las nuevas orientaciones científicas y técnicas, la rapidez con que evolucionan los métodos y programas de cálculo, los nuevos procesos constructivos y nuevos materiales. El envejecimiento progresivo de las mismas; una mayor ocupación de los cauces; nuevos conceptos de **seguridad más exigentes**; una sociedad más sensibilizada que demanda una mayor calidad de vida, seguridad de las personas y protección de la Naturaleza, son circunstancias que han contribuido a que los técnicos demanden una normativa con un enfoque distinto.

La Dirección General de Obras Hidráulicas, ante la nueva estructura del Estado en Comunidades Autónomas con distintas competencias en la gestión del dominio público hidráulico, decidió en 1992 redactar una normativa sobre la seguridad de las presas que tuviese en cuenta las nuevas circunstancias. Esta tarea, encomendada a la Comisión Permanente de Normas para Grandes Presas, concluyó en 1993 en una *Norma de Seguridad de Presas y Embalses*. Elevada a la Superioridad para su tramitación, fue aprobada por Orden Ministerial, en marzo de 1996 como *Reglamento Técnico de Seguridad de Presas y Embalses*, no sin antes introducir ciertas modificaciones.

El borrador de la *Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones* (en adelante *Directriz*), aprobada finalmente el 14 de febrero de 1995, se desarrolló en paralelo con el Reglamento; no es de extrañar pues que exista concordancia entre ambas.

TABLA Nº 1: ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA NORMATIVA VIGENTE

	<i>Presas que se rigen por el Reglamento Técnico de 1996</i>	<i>Presas que se rigen por la Instrucción de 1967</i>
EN CONSTRUCCIÓN	16	9
EN EXPLOTACIÓN	334	840
TOTALES	350	849

La orden de 12 de marzo de 1996 de aprobación del Reglamento establece que, de forma transitoria, su ámbito de aplicación quedará limitado a las presas y embalses cuya titularidad corresponde al hoy Ministerio de Medio Ambiente y a aquéllas, independientemente de su titularidad, que provengan de concesión administrativa otorgada por dicho Departamento ministerial o de sus Organismos Autónomos con posterioridad al 1 de abril de 1996. Las demás presas continuarán rigiéndose por la *Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas*, aprobada en marzo de 1967.

Reglamento e Instrucción permanecen pues en vigor y completan la normativa aplicable en el campo de las presas. En la actualidad el número de presas que se rigen por la Instrucción es superior a las que quedan dentro del ámbito del Reglamento, tal como se refleja en la Tabla Nº 1, con la particularidad de que el titular de las primeras tiene la obligación de acomodar el contenido del Archivo Técnico de la presa a lo dispuesto en el Reglamento, así como proponer la clasificación de la presa en función de su riesgo potencial en las categorías A, B, o C.

El Reglamento y la Directriz consideran el riesgo potencial en función de los daños que puedan derivarse de la rotura de la presa, no valorando la probabilidad de que ocurra este suceso.

1.3. DIFERENCIAS MÁS SIGNIFICATIVAS ENTRE EL REGLAMENTO TÉCNICO DE SEGURIDAD DE PRESAS Y EMBALSES Y OTRAS NORMAS ANTERIORES

▼ La Instrucción de 1967 es una norma técnica en exceso detallista y de gran rigidez. Además, no permite recoger en tiempo real las novedades técnicas que aparecen en el campo de las presas.

El Reglamento es una norma-marco que señala criterios que deben tenerse en cuenta en cada una de las etapas de la presa.

▼ La Instrucción se dirige hacia el Proyecto y la Construcción mientras el Reglamento lo hace más hacia las fases de Explotación y Mantenimiento. Ello parece lógico dado que las presas construidas son numerosas frente a una ínfima cantidad por construir, siendo muchas de ellas antiguas, donde su lógico proceso de envejecimiento hace necesario un mayor control y mantenimiento.

▼ Por primera vez en España, el Reglamento obliga a clasificar todas las presas en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, en concordancia con lo establecido en la Directriz.

La clasificación se hace en tres categorías de mayor a menor riesgo: A, B o C, teniendo en cuenta la afección a núcleos urbanos o servicios esenciales, los daños materiales y los daños medioambientales.

▼ En función del riesgo potencial, es decir según la clasificación de la presa, las prescripciones o requisitos que señala el Reglamento se deben adecuar a las características que concurren en cada caso, justificándolo en el proyecto.

La Instrucción se fija solamente en la altura y en el tipo de la presa, fábrica o materiales sueltos, independientemente de su emplazamiento.

▼ Las normas y criterios que contiene la Instrucción son de aplicación únicamente para las Grandes Presas.

El Reglamento legisla para todas las presas, la Gran Presa y la Pequeña Presa, siempre que éstas últimas estén clasificadas como A o B.

▼ El Reglamento dedica un capítulo II a la organización del control de la seguridad, y lo hace con meticulosidad. Define en él la figura del **titular**, al que hace responsable de la seguridad de la presa en cada una de sus fases de existencia. El titular puede ser la Administración General del Estado, cualquier ente público y persona física o jurídica.

Todas las actuaciones, estudios, trabajos y planes dedicados a la seguridad son de la responsabilidad del **titular**.

La Instrucción trata este tema con ambigüedad y cierta confusión.

▼ Toda presa mal documentada no puede considerarse segura. El Reglamento menciona con reiteración el Archivo Técnico y obliga al titular a su elaboración y actualización.

▼ Además de las inspecciones rutinarias, realizadas por el equipo de explotación, el Reglamento obliga a realizar otras inspecciones programadas para el análisis de la seguridad de la presa y el embalse. Estas revisiones han de ser realizadas por técnicos especializados distintos del equipo de explotación. Este tema es novedoso y de un gran interés.

La Instrucción de 1967 no lo contempla.

▼ En el Reglamento se establece la obligatoriedad de redactar los **Planes de Emergencia** para las presas clasificadas en las categorías A y B, cuyo contenido mínimo se fija en la Directriz.

La Instrucción de 1967 no lo contempla.

▼ En el Reglamento las avenidas se estiman según el riesgo potencial asumible aguas abajo, fijándose dos tipos: Avenida de Proyecto y Avenida Extrema. Los Niveles de

embalse y los resguardos se justificarán en el Proyecto y en las Normas de Explotación. El concepto de **seguridad hidrológica** adquiere cada día más relevancia.

En la Instrucción se definen dos avenidas, la de Proyecto y la Normal, ambas se determinan por su período de recurrencia, 500 y 50 años respectivamente.

▼ Dado el ámbito de aplicación del Reglamento, pequeñas y grandes Presas, es conveniente disponer de un Inventario lo más completo posible de los embalses y balsas.

Como *resumen* a lo expuesto anteriormente, los puntos más destacables y positivos del Reglamento, y que le diferencian de las anteriores normativas son, a nuestro juicio, los siguientes:

▼ a) El concepto de **dominio público hidráulico** aparece en el Reglamento pero no en la Instrucción.

▼ b) La **clasificación** de las presas según su riesgo potencial: categorías A, B y C.

De acuerdo con la categoría de la presa serán las exigencias en el cumplimiento del articulado. Estas exigencias se refieren tanto a criterios de diseño como a condiciones de explotación y control.

▼ c) El establecimiento de **inspecciones programadas**, independientes de las rutinarias que realiza el equipo de explotación. Serán realizadas por técnicos especializados y versarán sobre la revisión y el análisis de la seguridad de la presa y el embalse.

Como limitaciones o carencias del Reglamento nos permitimos señalar:

▼ a) La intención de la Comisión de Normas al redactar el articulado de la nueva normativa fue el poderla aplicar a todas las presas con independencia de su titularidad. La dualidad de la normativa actual - Reglamento para aquellas presas de titularidad de la Administración del Estado o de nuevas concesiones, y la Instrucción de 1967 para el resto de ellas - debe considerarse como una situación transitoria que debería terminar a la mayor brevedad posible.

▼ b) La Norma preparada por la Comisión, enviada a la Superioridad en 1993, incluía en su ámbito de aplicación a las balsas de residuos industriales y otros usos, como si de una presa y embalse se tratase. El Reglamento las limita a aquellas que estén dentro del Dominio Público Hidráulico independientemente de los daños que pueda provocar su rotura o funcionamiento incorrecto.

▼ c) El artículo 6 del Reglamento recurre a artificios para no definir cual es el organismo competente encargado del control de la seguridad de las presas y embalses, indicando únicamente sus cometidos. En la práctica, hoy día, el órgano que controla la seguridad es la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (en adelante DGOHCA).

El control de la seguridad de todas las presas debería estar asignado a un único organismo independiente de los Departamentos con funciones en las presas, dotado de los medios necesarios, y a ser posible dependiendo del Parlamento Nacional, es decir del Poder Legislativo y no del Ejecutivo.

En el ánimo de la Comisión que redactó la Norma de seguridad estaba la intención de que el texto reglamentario fuese aprobado con rango legal superior a una Orden Ministerial.

1.4. LEY DE SEGURIDAD DE PRESAS

La intención de la Comisión de Normas para Grandes Presas al redactar el articulado de la nueva NORMA 1993 - transformada en el Reglamento Técnico de 1996 -, como se ha comentado anteriormente fue su aplicación a todas las presas y balsas de residuos industriales, con independencia de quién fuese su titular y que su emplazamiento estuviera dentro o fuera del Dominio Público Hidráulico. Sin embargo, la Orden Ministerial aprobatoria del Reglamento limita su ámbito de aplicación a las presas cuya titularidad es el Departamento ministerial correspondiente.

La filosofía básica del texto del Reglamento no está orientada hacia estas limitaciones y pudiera ser que la actual dualidad de la normativa no vaya en la línea marcada por la *Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de inundaciones*.

Las nuevas y mayores exigencias que sobre la seguridad de las presas exige el texto del Reglamento y la Directriz de Protección Civil no afectan a **todas** las presas, lo que no parece una actuación acertada.

El Reglamento en su artículo 2.1 dice textualmente *Lo establecido en este Reglamento será igualmente aplicable a las balsas para residuos industriales y otros usos en cuanto ocupen dominio público hidráulico*. La ciudadanía es consciente que la posible rotura de algunas de ellas puede afectar seriamente al medio ambiente o a servicios esenciales (categoría A o B).

Recientemente el Ministerio de Industria y Energía ha promulgado la Orden de 26 de Abril de 2000 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 08.02.01 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera *Depósitos de lodos en procesos de tratamiento de industrias extractivas* (B.O.E. nº 111 de fecha 9 de mayo de 2000 y corrección posterior en el B.O.E. nº 156 de fecha 30 de junio de 2000). Su estructura es, en parte, similar a la normativa vigente sobre presas y embalses.

Todas estas dualidades, carencias y limitaciones expuestas en el texto de este artículo quedarían subsanadas o resueltas con la promulgación de una legislación de mayor rango. En estos momentos la DGOHCA tiene varios borradores de una posible *Ley de Seguridad de Presas y Embalses*, lo que supone un importante avance.

TABLA Nº 2. GUÍAS TÉCNICAS ELABORADAS POR EL COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS

<i>Guía Nº</i>	<i>Título</i>	<i>Situación</i>
1	Seguridad de presas	En elaboración
2	Criterios de Proyectos de presas y sus obras anejas	En elaboración
3	Estudios Geológicos-geotécnicos y de prospección de materiales	Publicada
4	Avenida de Proyecto	Publicada
5	Aliviaderos y Desagües	Publicada
6	Construcción de Presas y Control de Calidad	Publicada
7	Auscultación de las Presas y sus cimientos	En elaboración

2. GUÍAS TÉCNICAS QUE COMPLEMENTAN AL REGLAMENTO

2.1. GUÍAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD ELABORADAS POR EL COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS

Dado el carácter de norma marco que tiene el Reglamento, se ha creído conveniente redactar unas guías técnicas con carácter de recomendaciones que faciliten el trabajo a los técnicos proyectistas y directores de la construcción y explotación de las presas y embalses. Las guías seleccionadas hasta el momento se recogen en la tabla Nº 2.

Estas guías permitirán recoger en tiempo real los nuevos conocimientos técnicos y posibilitarán la utilización de nuevos materiales y de procesos constructivos modernos, sin necesidad de modificar el Reglamento. Estos documentos, que exponen y reflejan, de manera detallada, pero precisa, el estado de la técnica actual en cada tema, se han organizado en texto, anejos y apéndices, haciendo referencia a los artículos y aspectos del mismo que se pretende aclarar o ampliar.

2.2. GUÍAS REDACTADAS POR LA DGOHCA

Con el fin de facilitar a los titulares de presas la elaboración de los documentos que señala el Reglamento Técnico, y cuyo plazo comenzó con su aprobación en marzo de 1996, la D.G.O.H.C.A. ha promovido la redacción de las siguientes guías.

- ▼ Guía técnica para la clasificación de las presas en categorías en función del riesgo potencial. (1997).
- ▼ Guía técnica para elaboración de los Planes de Emergencia de Presas (1999).
- ▼ Guía Técnica para la elaboración de Normas de Explotación de Presas y Embalses (1999).
- ▼ Guía Técnica para la redacción del Informe Anual (1999):

Ninguna de ellas tiene carácter normativo, su finalidad es señalar los criterios y las metodologías que pueden emplearse en la elaboración de los documentos correspondientes, para lograr un desarrollo homogéneo de los mismos.

3. COMISIÓN DE NORMAS PARA GRANDES PRESAS

Esta Comisión fue creada por una Orden del entonces Ministerio de Obras Públicas de 15 de enero de 1959, con la misión de redactar las instrucciones técnicas para el Proyecto, Construcción y Explotación de presas y embalses.

Posteriormente, por Orden de 26 de abril de 1965, la Comisión se configuró como un órgano consultivo de carácter permanente, facultado para proponer la modificación o mantenimiento de la normativa técnica aplicable en el campo de las presas en sus fases de Proyecto, Construcción y Explotación y para asesorar técnicamente a la Administración del Estado en estas materias.

Bajo este prisma se redactaron la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas y el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses aprobados por O.M. de 31 de marzo de 1967 y 12 de marzo 1996 respectivamente.

La orden de 5 de octubre de 1999 del Ministerio de Medio Ambiente regula la composición y funciones de la Comisión de Normas para Grandes Presas. Entre sus disposiciones figuran las siguientes:

- ▼ *La Comisión de Normas para Grandes Presas, es el órgano consultivo y de asesoramiento técnico y de seguridad en materia de presas y embalses.*
- ▼ *La Comisión se integra en el Ministerio de Medio Ambiente y dependerá del Director General de Obras Hidráulicas, y de la Calidad de las Aguas.*

Sus funciones son las siguientes:

- ▼ *Proponer y elaborar las modificaciones de la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas y del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses.*
- ▼ *El asesoramiento técnico y en materia de seguridad relacionado con el Proyecto, Construcción y Explotación de presas y embalses, a requerimiento del Director General de Obras Hidráulicas.*

▼ La Comisión estará integrada por un Presidente, un Vice-presidente y un mínimo de 10 vocales, designados todos ellos entre expertos en las materias que se encomiendan.

▼ Su nombramiento se efectuará por el Ministro de Medio Ambiente, a propuesta del Director General de Obras Hidráulicas.

4. NORMATIVA SOBRE SEGURIDAD DE PRESAS EN OTROS PAÍSES

4.1. INTRODUCCIÓN

Con el aumento de bienestar socioeconómico en los distintos países del planeta el ciudadano demanda un mayor control y conocimiento de los riesgos a que está sometido, tanto por las catástrofes naturales como por las antrópicas.

Así como parece constatarse que una legislación adecuada mejora la calidad de vida frente a los riesgos, esta legislación es más simple y escueta en los países con amplia tradición democrática que en aquellos que acaban de acceder a ella.

Hay países en que, tras una práctica diaria de buen hacer, se promulga una ley que de facto ya se ha puesto en funcionamiento, existen otros países en que se dictan instrucciones sin saber a priori si se van a cumplir, por falta de medios o por cualquier otra circunstancia.

Es presumible que en un futuro, no lejano, la Unión Europea proponga a los distintos países una Directriz sobre Seguridad de Presas.

4.2. ESTADO ACTUAL DE LA NORMATIVA

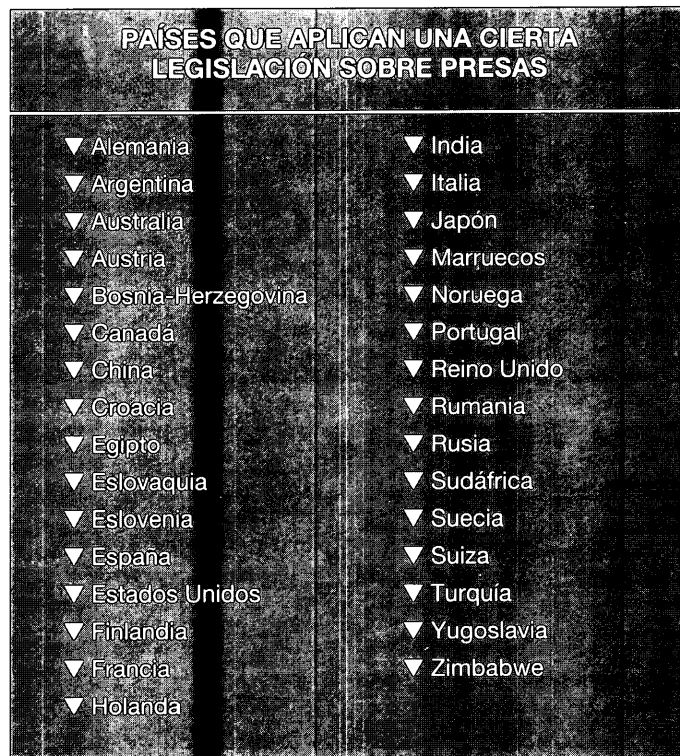
La situación actual en materia de legislación, a nivel mundial, indica que un 20 % de países dispone de normativa específica de presas mientras en el resto la situación es muy dispar:

- ▼ Países sin presas.
- ▼ Países con presas y con legislación a la que es difícil tener acceso.
- ▼ Países con presas en las que no se considera necesaria una legislación específica.
- ▼ Países con presas y con legislación en preparación, como por ejemplo Brasil y Paquistán.

Es de suponer que los nuevos países independientes que surgieron al desaparecer la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) sigan con la misma legislación que actualmente rige en Rusia.

Respecto a Holanda hay que señalar que posee legislación relativa a los diques de protección marinos.

Es de destacar que entre los países que carecen de legislación se encuentran Irlanda, con pocas presas, y Turquía, con muchas y de dimensiones considerables, que dispone de Norma Técnica.



En lo que atañe a España falta por definir unos acuerdos transfronterizos, en lo referente sobre todo a Planes de Emergencia, entre Portugal y España y entre Andorra y España.

4.3. CRITERIOS TÉCNICOS EMPLEADOS EN LAS DISTINTAS LEGISLACIONES

Los criterios técnicos empleados en las normativas de cada uno de los países es muy variado y responde, en general, a los reflejados en la Tabla nº 3.

En algunos países se aplica la legislación a presas cuya rotura produzca daños significativos tanto personales como materiales. Este es el caso de la legislación para España, Francia, Sudáfrica, Reino Unido y Suiza.

4.4. CRITERIOS BÁSICOS DE SEGURIDAD

Capacidad y control de los órganos de desagüe

En muchos de los países que poseen legislación de presas la normativa vigente se complementa con guías técnicas y/o recomendaciones, en las cuales se desarrollan con mayor detalle los criterios establecidos en dicha normativa.

En la estimación de la Avenida de Proyecto, los criterios que suelen emplearse en los distintos países son los referidos tanto a avenidas con periodos de retorno comprendidos entre 100 y 10.000 años como a considerar la PMF como avenida extrema, no considerándose en general los desagües de fondo

TABLA N° 3. CRITERIOS TÉCNICOS EMPLEADOS EN LAS NORMATIVAS DE DISTINTOS PAÍSES

País	Altura de la presa (*)	Volumen embalse (**)	Observaciones
Canadá	H > 7.6 m (25 pies)	V > 61.674 m ³ (50 acres por pie)	No en todos los estados
Eslovenia	H > 15 m ó 10 ≤ H < 15 pero en la que L > 500 m ó V > 1 Mm ³ ó Q > 2.000 m ³ /seg		Criterio ICOLD
España	Criterio ICOLD		En el Reglamento Técnico sobre seguridad de Presas y Embalses
	H > 15 m ó 10 ≤ H < 15 y V > 100.000 m ³		En la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas. (1967)
Estados Unidos	H > 7.6 m (25 pies)	V > 61.674 m ³ (50 acres por pie)	Mismos criterios que en Canadá.
Finlandia	H > 3 m		
Francia	H > 20 m		Si H > 20 m y V > 15 Mm ³ obliga a Plan de Emergencia.
Italia	H > 15 m	V > 1 Mm ³	
Noruega	H > 4 m	V > 500.000 m ³	
Reino Unido		V > 25.000 m ³	
Sudáfrica	H ₀ > 5 m	V > 50.000 m ³	Deben cumplir las 2 condiciones.
Suecia	H > 15 m	V > 50.000 m ³	
Suiza	H ₀ > 10 m ó H ₀ > 5 m y V > 50.000 m ³		Se inventarían todas las presas con H > 5 m
Yugoslavia	Criterio ICOLD		
Zimbabwe	H > 8 m		

* H =Altura de presa entre coronación y el punto más bajo del cimiento, sin contar rastrillos, pantallas, etc.

H₀ = Tirante de agua.

** V = Volumen de embalse hasta el nivel máximo normal.

y las tomas de agua en el cálculo de la avenida de proyecto y de su laminación.

Entre los distintos países, cabe citar los siguientes:

▼ *Suiza*: Considera la avenida extrema como 1,5 veces la avenida con periodo de retorno de 1.000 años.

Para su laminación tiene en cuenta los caudales de las tomas y los desagües de fondo en la hipótesis de estar fuera de servicio el dispositivo de obturación al que corresponde el mayor caudal de evacuación.

▼ *Italia*: La avenida extrema la toma 1,4 veces la avenida de proyecto para las presas de hormigón y 1,7 veces para las presas de materiales sueltos.

Para su laminación no se tienen en cuenta las tomas de agua pero pueden considerarse los desagües de fondo si tal circunstancia fue prevista en el Proyecto.

▼ *Canadá*: El estado de Alberta clasifica las presas según sus **dimensiones** en:

	Volumen del embalse (Mm³)	Altura (m)
Pequeñas	< 1,2	< 12
Medianas	1,2 a 60	12 a 30
Grandes	> 60	> 30

Según el **riesgo potencial** en:

	Pérdida de vidas humanas	Pérdidas materiales
Riesgo Bajo	No previstas	Mínimas
Riesgo Significativo	Pocas	Apreciables
Riesgo Alto	Más que pocas	Elevadas

La guía técnica de este país aconseja las avenidas de proyecto siguientes:

	DIMENSIONES		
	Pequeñas	Medianas	Grandes
Riesgo Bajo	100 años	100 años a 0,5 x PMF	0,5 a 1 x PMF
Riesgo Significativo	100 años a 0,5 x PMF	0,5 a 1 x PMF	1 x PMF
Riesgo Alto	0,5 a 1 x PMF	1 x PMF	1 x PMF

Control de los desagües

Es bien sabido que existen presas antiguas sin desagües de fondo y otros que durante un corto periodo de explotación quedan obstruidos y fuera de servicio, sin posibilidad de apertura.

Hay países en que es obligatorio realizar un vaciado periódico del embalse, como en Suiza, Francia y Austria.

La obligatoriedad de dos compuertas por desagüe de fondo se prescribe en Suiza y Austria, así como la existencia de dos fuentes alternativas de energía. Estas fuentes pueden ser reducidas a una si la maniobra manual se lleva a cabo por un solo hombre durante un plazo razonable.

En España es obligatoria la existencia de dos vanos en los aliviaderos controlados exclusivamente con compuertas (Reglamento. Art. 14.6), así como una longitud suficiente para permitir el paso de árboles u otros cuerpos flotantes (Art. 14.5). Esta última prescripción también se contempla en la legislación austríaca.

En España ya no es obligatoria la existencia de dos desagües de fondo, como mínimo, para las presas clasificadas como "C" según el Reglamento.

Es interesante señalar que la legislación italiana no permite disponer todos los desagües de superficie equipados con compuertas y, en términos generales, obliga a que el 50% de la capacidad de evacuación sea a través de órganos de desagüe sin compuertas. En presas de materiales sueltos solo admite aliviaderos de superficie.

Resguardo

En general se acepta resguardo nulo para las avenidas extremas, en las presas de hormigón, y no se admite vertido por coronación en las presas de materiales sueltos.

En el reglamento italiano se acepta, en las presas de materiales sueltos, que el resguardo para la avenida extrema sea un tercio del resguardo para la Avenida de Proyecto.

En la mayoría de las legislaciones no se admite la cota del pretil como cota de coronación de la presa.

Riesgos aguas abajo

Repasamos algunas consideraciones importantes aportadas por los distintos países:

▼ *Canadá*: Respecto a los casos dudosos las guías técnicas de este país consideran lo siguiente: *En las presas en que existe una cierta incertidumbre sobre las consecuencias de la rotura de la presa, debe realizarse un análisis simplificado y conservador para realizar una primera valoración; si este análisis detecta un riesgo potencial, deberá realizarse un análisis más sofisticado. En las presas cuyas conse-*

cuencias de la rotura cae dentro de la categoría "muy baja", no se requiere un estudio formal de inundación.

▼ *Francia y Rumanía:* En Francia el Plan de Emergencia es solo obligatorio para las presas con altura superior a los 20 m y embalse superior a 15 Mm³. En cambio en Rumanía estos límites se sitúan en 10 m y 10 Mm³, con el añadido de que haya áreas habitadas a menos de 10 Km de la presa.

▼ *Suiza:* Los sistemas de avisos y alerta son obligatorios para presas que alcancen más de 2 Mm³ y para todas aquellas que puedan representar riesgo para la población.

Respecto a los límites de cálculo de la onda de inundación y otras disposiciones:

▼ *Francia:* Contempla los siguientes criterios alternativos:

–Hasta que la onda de inundación sea inferior a la correspondiente a la avenida con periodo de retorno de 100 años.

–Hasta que la onda de inundación sea inferior a la mayor crecida histórica.

–Hasta que la onda de inundación no represente peligro.

–Hasta que la onda de inundación deje de provocar una altura de agua superior a 1 m (medida sobre el nivel del río en condiciones normales).

▼ *Canadá:* Consideran que la población que está ubicada fuera de las 3 horas de llegada de la onda de inundación no está en riesgo.

▼ *Finlandia:* La onda de inundación debe calcularse hasta 50 Km de la presa.

En lo referente a las zonas en que debe dividirse la potencial zona de inundación teniendo en cuenta las posibilidades de aviso y evacuación de la población:

▼ *Francia:* Se define una zona de auto-salvamento en que la onda de inundación llega en menos de 15 minutos.

▼ *Suiza:* La zona de auto-salvamento la define en 2 horas y se reparte a la población información sobre las señales sonoras y caminos de escape.

No se admiten alarmas automáticas y se requiere su activación por un operador.

▼ *Italia:* Es obligatorio tener marcas en el terreno que delimiten la zona de inundación hasta una extensión de 10 Km de la presa y las aperturas de compuertas se avisan con una señal sonora.

▼ *Noruega:* Se admiten señales automáticas y la propia rotura de la presa acciona las sirenas.

REFERENCIAS

–Alonso Franco, Manuel. *Estado actual de la Legislación Española*. Simposium Internacional sobre seguridad de presas y embalses. Barcelona, España. 1998.

–Pena Mazaira, Jesús. *Planes de Emergencia de Presas*. Simposium Internacional sobre seguridad de presas y embalses. Barcelona, España. 1998.

–Yagüe Córdova, Jesús. *La seguridad de las presas en España*. Simposium Internacional sobre seguridad de presas y embalses. Barcelona, España. 1998.

–Rodríguez de la Rúa, J – *Legislación Hidráulica y Seguridad de Presas*. Jornada Técnica organizada por la Sociedad Española de Presas y Embalses (SEPREM). Madrid, España. Mayo 1998.

–Herreras Espino, Alberto. *Seguridad de presas y embalses. La legislación técnica*. Revista de Obras Públicas N° 3.376.

–*Experiencias en la Elaboración de Planes de Emergencia de Presas*. Madrid 12 de Diciembre de 2000 – Jornada Técnica organizada por la Sociedad Española de Presas y Embalses (SEPREM), de próxima publicación.

–Jornada Técnica "Legislación sobre Seguridad de Presas". Proyecto OTAN-Portugal sobre Gestión de Riesgos de Avenidas. Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil. Departamento de Hidráulica 1998 .

–*Proceedings of the International Symposium on New Trends and Guidelines on Dam Safety*. Barcelona (Spain), 17-19 Junio 1998. Publicado por AA Balkema (Holanda.). ISBN 90 5410 974 2.

–*Dam Safety in Europe. A report on the Overseas Scientific and Technical Expert Mission Scheme*. Abril/Mayo 1993. Autores: D.C. Beck / R. Freer / R.A. Reader / R.T. Severn / G.P. Sims / C.A. Taylor. ■