



Paseo de la Castellana, 175 - 1ºD
28046 - MADRID
Tel. - Fax: 91 570 27 24
www.seprem.com

REFLEXIONES ACERCA DE LA SEGURIDAD HIDROLÓGICA DE PRESAS Y EMBALSES Y DE SU TRATAMIENTO NORMATIVO

FEBRERO DE 2009

ÍNDICE

CONSIDERACIONES PREVIAS	1
DE LA NORMATIVA	3
DEL NIVEL DE SEGURIDAD A ALCANZAR.....	4
DE LA CLASIFICACIÓN.....	6
De las presas existentes y en proyecto	6
De la clasificación en función del riesgo	7
DE LA AVENIDA MÁXIMA PROBABLE.....	7
ALGUNAS CUESTIONES SINGULARES.....	8
Incidencia de las presas agua arriba	8
Consideración de los mecanismos de predicción de avenidas	9
Efectividad de los resguardos.....	9
Terminología	10
CONCLUSIÓN FINAL.....	11

CONSIDERACIONES PREVIAS

1. La seguridad hidrológica no puede ser entendida únicamente como el establecimiento de un periodo de retorno asociado a la avenida de proyecto o extrema (según la terminología del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses de 1996). Del mismo modo, su análisis no puede ni debe abordarse bajo el prejuicio de la existencia de un déficit de seguridad en el conjunto de presas actualmente en explotación.
2. De hecho, si adoptar un periodo de retorno de 500 años para la avenida de diseño fuese equivalente a fijar una probabilidad de 1/500 de presentación de un fallo en un año, en un parque de 1.000 grandes presas la probabilidad de fallo en un año en al menos una de las presas sería del orden del 86%, lo que contradice claramente la realidad observada (solamente en el 14% de los años no existiría ningún fallo).
3. Como simple aproximación puede establecerse que si la equivalencia anterior fuese cierta, el periodo de retorno real bajo el que habrían sido diseñadas las presas existentes debiera situarse en el entorno de los 10.000-100.000 años.
4. Lo anterior parece indicar que en el paso de periodo de retorno a seguridad real se introduce un factor del orden de 100. Expresado en otros términos, existen factores de seguridad indirectos y distintos a los que parece expresar el periodo de retorno y que tienen un peso relativo importante.
5. Los factores anteriores se introducen, en general, por la aplicación de criterios conservadores en uno o varios de los procesos siguientes (en el supuesto de utilización del método hidrometeorológico):
 - Tratamiento estadístico de las precipitaciones
 - Establecimiento del estado previo de saturación de la cuenca
 - Tratamiento de la distribución espacial de las precipitaciones
 - Tratamiento de la distribución temporal del aguacero
 - Definición de la duración pésima del aguacero y su probabilidad
 - Tratamiento de los embalses situados agua arriba y de su capacidad de laminación

- Situación del nivel de embalse en el momento de presentación de la avenida
 - Incorporación de sistemas de previsión y gestión de avenidas
 - Tratamiento de la simultaneidad de resguardos destinados a avenidas, sismos y viento
 - Criterio de establecimiento del fallo en cuanto a la posibilidad de soportar un eventual vertido sobre coronación
6. Si, en lugar de utilizar el método hidrometeorológico, se trabaja directamente a partir de estudios estadísticos de aforos, una parte de los factores de seguridad anteriores no tienen cabida. Esto hace que, para llegar a una seguridad equivalente, debieran utilizarse periodos de retorno distintos en función del método de trabajo que se utilice (mayores en el caso de datos directos de aforos, por ejemplo).
7. La utilización de forma sistemática de los factores de seguridad indirectos antes nombrados y no explícitos tiene los inconvenientes fundamentales siguientes:
- Son heterogéneos para los distintos casos, de forma que su aplicación se traduce en que unas presas resulten más seguras que otras, independientemente de su clasificación en función de su riesgo potencial.
 - Solamente pueden considerarse como factores ciertos de seguridad si se incorporan como obligatorios en la normativa.
 - Indirectamente, lo anterior conduce a que la normativa debiera desarrollar en detalle la o las distintas posibles metodologías que considere como válidas, estableciendo el periodo de retorno a considerar en cada caso y supuesto
 - A largo plazo, dificulta que las mejoras en el conocimiento que, sin duda, se irán produciendo en el futuro, puedan ser incorporadas para alcanzar un diseño o análisis más ajustado a la realidad.
8. Por el contrario, la no utilización de los factores implícitos de seguridad, en el supuesto de pretender mantener los mismos niveles de seguridad actuales,

conduciría a la necesidad de utilizar periodos de retorno más (y muy) altos, de forma que su estimación, con precisión razonable, quedaría fuera de las posibilidades de extrapolación a partir de las series de datos disponibles

9. A la vista de lo anterior, en la actualidad parece razonable abrir el abanico de posibilidades a la hora de establecer el nivel de seguridad hidrológica a alcanzar y no aceptar de forma automática y no crítica la opción de utilizar exclusivamente los periodos de retorno para el diseño hidrológico. Merece la pena analizar la viabilidad y la conveniencia de procedimientos alternativos, como pueden ser, por ejemplo, la utilización de la avenida máxima probable o la mayoración de hidrogramas de periodos de retorno relativamente reducidos.

DE LA NORMATIVA

10. Es obvio que la normativa que finalmente acabe siendo desarrollada debe cumplir requisitos estrictos de claridad. La falta de claridad suficiente conduciría inexorablemente a la degradación de la gestión de la seguridad.
11. También por razones obvias, la normativa debe ser de cumplimiento posible en condiciones normales, sin requerir esfuerzos exagerados o heroicos.
12. Asimismo, la normativa debe alcanzar un nivel de detalle suficiente como para alcanzar un cierto grado de uniformidad en su aplicación y un tratamiento consistente y uniforme en todo el ámbito territorial al que sea de aplicación y entre todas las organizaciones competentes en el diseño y la explotación de presas desde el punto de vista de la seguridad hidrológica.
13. Por el contrario, la normativa, aunque debe marcar un criterio claro de actuación, no debe intentar proporcionar un manual de procedimientos válidos y de aplicación automática para su uso en la estimación de la avenida a considerar en el proyecto de los órganos de evacuación, por ejemplo. Los procedimientos a aplicar, en cada caso, deben ser seleccionados en función de los datos hidrológicos disponibles y de las características concretas de la cuenca.
14. Lo anterior conduce a que sea preciso prescribir que todos los estudios deban ser realizados por ingenieros expertos en el áreas del conocimiento que corresponda, controlados y revisados por ingenieros expertos en seguridad de

presas y quedar documentados de forma que sea posible su revisión, actual y futura. Estos criterios de experiencia deben quedar recogidos en la normativa.

15. En la normativa debe definirse qué estudios deben abordarse como mínimo y también con qué alcance mínimo. Entre ellos puede ser necesario considerar: estudio del régimen de variación del embalse (estadístico) en cuanto a nivel; estudio clásico de avenidas (para distintos periodos de retorno); estudio estacional de avenidas (a partir del anterior); volúmenes regulados para distintos resguardos; aportaciones de distintas duraciones; laminación; avenida de diseño, órganos de desagüe y resguardo; factor de seguridad (escalado en caudales y/o tiempo) hasta llegar al vertido sobre coronación; riesgo potencial; incidencia de los resguardos en la gestión de los recursos; evaluación económica.
16. Debe tenerse presente que en cualquier análisis deben considerarse aguaceros (o avenidas) de distintas duraciones. En la utilización sistemática de la duración pésima se esconde un factor implícito de seguridad no despreciable, por lo que incorporar análisis estadísticos o meteorológicos más detallados y precisos pueden conducir a reducciones del nivel de seguridad, que pudieran tener que ser compensadas mediante otros conceptos.
17. Debe tenerse en cuenta que la única justificación real de la validez de un procedimiento (en asuntos que tienen que ver con la seguridad de las personas) es su contraste con la realidad.
18. Desde otro punto de vista, la normativa debe establecer no solo los requisitos relativos a la ejecución sino también los requisitos que se refieren a la tramitación, exigiendo el examen vinculante de los trabajos por parte de un Organismo Supervisor, con capacidad y medios técnicos y económicos suficientes e independiente de todos los propietarios y gestores de las presas y los embalses.

DEL NIVEL DE SEGURIDAD A ALCANZAR

19. Si la normativa debe responder a la demanda social de seguridad, no parece posible establecer un nivel de seguridad mínimo fijo y constante en el tiempo (salvo que fuese la seguridad absoluta) sino que, por el contrario, es previsible

que el nivel sea variable en el tiempo, con una tendencia general creciente. La normativa debe permitir incorporar una demanda de seguridad creciente en el tiempo.

20. La evolución de una seguridad creciente no se detecta en situaciones ordinarias, sino que hace su aparición cuando se producen fallos o se ponen de manifiesto riesgos concretos. Una función de la normativa es, por tanto, permitir la evaluación de la corrección de las actuaciones, aunque esto no puede conducir a entender la normativa como un mecanismo de defensa de los agentes responsables de la gestión de la seguridad.
21. La decisión acerca del nivel de seguridad que debe alcanzarse no es, por tanto, una cuestión baladí. De hecho, no parece válida la aproximación fácil consistente en fijar un nivel muy alto y siempre creciente; realmente, hacer subir la seguridad general del conjunto del parque de presas tiene un coste importante desde muchos puntos de vista (económico, ambiental y de gestión del recurso o, en otros términos, de garantía en el suministro). Por ello, parece razonable que el nivel se defina considerando el balance entre costes y beneficios resultantes de alcanzar distintos niveles de seguridad en el conjunto del parque de presas y embalses.
22. Se trata, por tanto, de alcanzar un punto de equilibrio razonable, no pareciendo lógico ni adecuado a los tiempos presentes la definición exclusivamente técnica del nivel de seguridad a alcanzar, aunque sí que la decisión esté soportada por consideraciones técnicas.
23. Consecuentemente con lo anterior, parece claro que, antes de sustituir el nivel de seguridad existente por otro objetivo nuevo, deben desarrollarse los trabajos necesarios para llegar a comprender las implicaciones positivas y negativas que esta variación tendría. Esto nuevamente pone de manifiesto la necesidad de disponer de un Organismo Supervisor, como el antes citado.
24. Por otra parte, parece obligado atribuir a los ciudadanos situados agua abajo de las presas el derecho a exigir que su seguridad no sea tan solo superior a una determinada (o que su riesgo sea inferior al que reglamentariamente se establezca) sino que también sea tan elevada (o su riesgo tan reducido) como razonablemente sea posible. Si con una inversión pequeña (desde todos los

puntos de vista) el riesgo se reduce de una manera significativa, debería inferirse la necesidad de realizar tal inversión.

25. En términos clásicos en lengua inglesa esto equivale a aplicar el criterio ALARP (tan pequeño como sea razonablemente posible) al riesgo. La normativa debe incluir este criterio, aun con la imprecisión de la utilización del término “razonablemente”, que obliga otra vez a la existencia, en el esquema de la seguridad, del Organismo Supervisor previamente citado.

DE LA CLASIFICACIÓN

De las presas existentes y en proyecto

26. Parece razonable que la aproximación sea distinta para las presas en explotación respecto a la que se establezca para las presas todavía no construidas, imponiendo condiciones más estrictas a las que todavía están en fases anteriores a la explotación. La pregunta a la que hay que responder en los dos casos es distinta. En un caso debe resolverse la cuestión de cuál es el diseño adecuado de los órganos de evacuación mientras que en el otro debe responderse a la cuestión de si es preciso actuar o no para incrementar la seguridad hidrológica y, tan solo si la respuesta a esta cuestión es positiva, pasar al diseño.
27. Es claro que, habitualmente, es más costoso adaptar una presa existente que diseñar ex-novo para condiciones más exigentes. También es obvio que mientras que en un caso debe diseñarse para la vida útil prevista de la presa (lo que, si se acepta la tendencia creciente de la seguridad, conduce a requisitos más estrictos), en el otro la pregunta se plantea en un momento concreto (¿debe actuarse ahora sobre la presa para aumentar su seguridad?), con los criterios de seguridad existentes en ese momento.
28. También se da la circunstancia de que mientras que, en relación con las presas en proyecto, un nuevo criterio puede establecerse de manera casi inmediata, si este nuevo criterio se aplica a infraestructuras existentes es preciso un periodo (largo) de transición. En caso contrario se situarían en condiciones de “ilegalidad” un buen conjunto de presas sin que de ello se derive ninguna ventaja social.

29. Por otra parte, si no se regula este periodo de transición, la experiencia demuestra que el problema de la adaptación se mantiene hasta prácticamente llegar al final del periodo transitorio. Por ello, parece lógico pensar la cuestión de la seguridad como un proceso “reglado”.

De la clasificación en función del riesgo

30. La normativa actualmente vigente establece de forma explícita la obligación de graduar los niveles de seguridad de las presas en función de su riesgo potencial. Ahora bien, esto no puede trasladarse de manera automática a todos y cada uno de los aspectos que conforman la seguridad de las presas y, en particular, parece difícil de aplicar (en general) a la seguridad hidrológica (ni a ningún aspecto “estructural” de la presa o el embalse). La clasificación de la presa en función del riesgo potencial puede variar a lo largo del tiempo, incluso de manera independiente de la presa o de su titular. Esto hace que una presa proyectada con los criterios correspondientes a la categoría C puede verse abocada a tener que ser modificada estructural y sustancialmente por modificaciones en el cauce agua abajo, que hagan subir la categoría a la A.
31. En el caso de presas ya en explotación las condiciones son radicalmente distintas. Para éstas, el análisis debe realizarse con referencia a las circunstancias existentes en el momento concreto en que se realice, (y consecuentemente, de la clasificación o del riesgo potencial existente en ese momento). No parece razonable emprender una modificación de los órganos de desagüe de una presa simplemente por la posibilidad de que su clasificación en función del riesgo potencial evolucione en el futuro hacia categorías superiores.

DE LA AVENIDA MÁXIMA PROBABLE

32. Típicamente, como alternativa al método tradicionalmente utilizado en España (basado en estudios probabilísticas), se plantea la aproximación basada en la “avenida máxima probable” (PMF). Esto tiene la lógica de ser la única alternativa que realmente se encuentra extendida en países desarrollados.
33. La PMF tiene problemas obvios, puestos de manifiesto en innumerables ocasiones en España. Dejando al margen (por su marginalidad) los relativos a

su complejidad y al hecho de no formar parte del acervo técnico español clásico, sí merece la pena poner de relieve que realmente no puede considerarse como constante en el tiempo y extremo superior, que tiene un problema importante en relación con las avenidas derivadas del deshielo y que, por su misma esencia, debiera descartarse la aproximación estadística a la PMP.

34. Por otra parte, y al menos en principio, parecen viables aproximaciones distintas cuya característica esencial debe ser su determinismo (existencia de un método suficientemente preciso como para llegar sistemáticamente a resultados concordantes por distintos técnicos y en distintos momentos) unido a ser aproximaciones que conduzcan a estimaciones de la avenida de diseño extremadamente altas (tanto como para pensar que su superación es casi imposible). Un ejemplo podría ser el de una avenida de proyecto o extrema obtenida a partir de una precipitación “n” veces superior a la asociada a 100 años de periodo de retorno (no implica extrapolaciones excesivas y estas no son en exceso dependientes de la ley que se adopte) cumpliría (quizá holgadamente) los criterios anteriores.
35. Otros criterios pudieran basarse en un requisito de aceptación de la propuesta de criterio por parte del Órgano Supervisor antes citado o, alternativamente, la definición de unos valores “oficiales” (obviamente, tras los pertinentes estudios apoyados en las especialidades que sea necesario). En relación con esto, es bueno resaltar que la PMP no orográfica se establece al margen de la presa, pudiendo llegar a ser abordada como una estimación “oficial” de la AEMET.

ALGUNAS CUESTIONES SINGULARES

Incidencia de las presas agua arriba

36. Es este un factor implícito de seguridad que tiene una gran trascendencia y que puede ser considerado de distinta manera en relación con las presas existentes y las presas de nueva construcción.
37. Así, puede parecer razonable considerar que para las presas nuevas el criterio deba ser su capacidad para hacer frente a las avenidas en “régimen natural” (entendido este como en ausencia de estructuras capaces de inducir

laminaciones importantes), ya que es dudosa la validez de apoyar la seguridad de un elemento de gran envergadura en la existencia y el buen funcionamiento de otras infraestructuras (incluso si estas corresponden al mismo titular). Es evidente que se incrementaría de manera importante la vulnerabilidad del sistema de explotación, lo que no parece lógico en los servicios públicos.

38. Por el contrario, sí puede parecer razonable el tener en cuenta la capacidad laminadora de los embalses agua arriba a la hora de analizar la necesidad de adecuación de las presas existentes (al menos en tanto en cuanto los embalses agua arriba garanticen la explotación adecuada para ello).

Consideración de los mecanismos de predicción de avenidas

39. Del mismo modo, mientras que pudiera parecer lógico no considerar los posibles mecanismos y sistema de predicción de avenidas en el caso de presas de nueva construcción podría no parecerlo tanto el obligar a su no consideración en el análisis de la necesidad de actuar sobre presas existentes. La posible consideración de los sistemas de predicción obliga inexorablemente a definir los requisitos que deben cumplirse para que sea aceptable, entre los cuales sería necesario considerar las cuestiones relativas a la presencia de personal preparado en la presa y de la disponibilidad del personal para la toma de decisión y la maniobra. Debe tenerse en cuenta que se está hablando de sueltas previas a la avenida, por lo que los eventuales daños asociados a ellas pueden ser considerados como efecto de la gestión, no de la avenida

Efectividad de los resguardos

40. En el caso de abordar un estudio hidrológico en el que se analicen distintas duraciones de aguacero, previsiblemente el resultado sea, en una fracción importante de los casos, que los resguardos son una herramienta de no mucho poder de cara a la adecuación de las presas existentes. El resguardo se asocia al volumen de la avenida (a la aportación), por lo que tan solo en los casos de presas con cuenca pequeña en relación al volumen de embalse pueden tener influencia significativa. Adicionalmente debe contemplarse la forma de estimar el volumen de las distintas avenidas.

41. Una posibilidad que se ha barajado en ocasiones es la de realizar un estudio estacional, de forma que se evalúe la posibilidad de simultaneidad entre un nivel de embalse alto y la presentación de una gran avenida (los embalses de riego de la cuenca mediterránea con mínimos en otoño constituyen un buen ejemplo).
42. La posibilidad anterior debe contemplarse con cautela ya que los resguardos estacionales que se producen simplemente como consecuencia de la forma de explotación (resguardos “gratuitos” por cuanto no conducen a la pérdida de capacidad de regulación) son uno de los factores implícitos de seguridad más significativos entre los que actualmente están incorporados a la forma habitual de proceder. En otros términos, la consideración de estos resguardos “gratuitos” en el proceso de evaluación no mejora la seguridad conjunta del parque presas.
43. Distinto podría ser el caso de introducir un resguardo adicional al que actualmente se produce como consecuencia de la forma de explotación. Este adicional (no el total que se alcance) sí podría considerarse como un elemento de seguridad adicional.
44. También debe tenerse en cuenta que el tratamiento estacional de los datos hidrológicos no aporta una mayor precisión (o exactitud) a los trabajos, por lo que el proceso de análisis debe partir del estudio anual (que proporciona una ley), posteriormente descompuesto en características estacionales. Actualmente los periodos de retorno que se utilizan se refieren a periodos anuales.

Terminología

45. La utilización del término “periodo de retorno” presenta algunos inconvenientes, por lo que puede ser bueno analizar la viabilidad y la conveniencia de un cambio en la terminología, pasando a utilizar expresiones relacionadas con la probabilidad.

CONCLUSIÓN FINAL

Parece claro que la definición normativa de la seguridad hidrológica que debe ser alcanzada es una cuestión compleja, para abordar la cual es preciso distinguir entre los casos muy distintos de presas existentes y presas nuevas previstas.

Mientras que el análisis de las presas nuevas pudiera tener un tratamiento relativamente estático asociado a un planteamiento maximalista, el de las presas existentes debe enfocarse de un modo dinámico, entendiendo la seguridad como un proceso en el que de manera progresiva se van evaluando las actividades que es preciso acometer, con el horizonte del nivel de seguridad que se establezca para la presas nuevas.

El concepto anterior de la seguridad como proceso, unido al hecho de partir de un escenario heterogéneo en lo que se refiere a las infraestructuras y sus titulares, hace imposible su reglamentación detallada y total y, como consecuencia, convierte en indispensable la existencia, entre los agentes relacionados con la seguridad, de un Organismo Supervisor, con capacidad y medios técnicos y económicos suficientes e independiente de todos los propietarios y gestores de las presas y los embalses.

Adicionalmente a las funciones normales, relativas al examen vinculante de las propuestas concretas elaboradas por los titulares, a este Organismo Supervisor le debe corresponder tomar la iniciativa de los trabajos a desarrollar para llegar a proponer y establecer los parámetros en que debe moverse el proceso de una manera razonable.