

## En respuesta a JMM sobre avenidas en las NTS

Gracias Juan por leer y responder a lo que yo había escrito sobre la reducción de la seguridad hidrológica que, a mi modo de ver, inducen las recientes NTS.

Yo también te he leído con atención y también con respeto, cariño y admiración. Y digo admiración porque es lo mínimo que puedo sentir por los técnicos a los que ha tocado explotar presas en situaciones que nadie debiera vivir y tomar decisiones difíciles donde las haya. Por vuestros sucesores es, en parte, por los que escribí el texto al que respondes y por lo que ahora contesto.

También yo te adelanto la conclusión: estudiado tu texto sigue en pie mi convencimiento de que las NTS conducen a una reducción en el nivel de seguridad que se exige a las presas y sus embalses. En lo que sigue intentaré convencerte también a ti.

Ello me obliga tanto a demostrar mi afirmación como a poner de relieve lo que a mí me parecen fallos en tu razonamiento. Empezaré por esto último, que tiene un aire negativo, y dejaré para el final lo positivo.

En qué no estoy de acuerdo.

- Me parece un hallazgo tu forma de exposición, de ir avanzando paso a paso por los textos legales. Hace que la exposición sea muy clara. En lo que discrepo es en empezar por la clasificación en función del daño potencial y acabar con la explotación y puesta fuera de servicio.
- Estamos de acuerdo que la seguridad se pone de manifiesto cuando empieza a haber agua en el paramento agua arriba de la presa, por lo que me parece razonable definir en primer lugar cuándo una presa en explotación se considera segura.
- Esto creo que está en la línea de lo que dices en tu escrito anterior, cuando hablas de que no puede aplicarse a los criterios de seguridad una clasificación establecida para definir qué presas tienen que implantar un plan de emergencia y que (prácticamente) todas las presas debieran proyectarse como si estuviesen clasificadas en la categoría A.
- Creo que lo anterior se deriva de empezar por la clasificación: se clasifica cuando no se sabe para qué. Más tarde veremos para qué utilizamos la clasificación.
- Y no es una forma de exponer (lo que solo sería cuestión de gustos) sino que las condiciones de seguridad en explotación se derivan de las exigidas en proyecto: *“32.2 Los criterios de seguridad recogidos en la Norma Técnica de Seguridad para el proyecto, construcción y puesta en carga de presas y llenado de embalses son obligatorios para la redacción de los nuevos proyectos de presas. Sin embargo, para las presas existentes constituyen un marco de referencia a tener en cuenta por parte del titular, junto con la historia del comportamiento de la presa y las condiciones en las que a lo largo de su existencia se haya efectuado la explotación del embalse”*.
- Aparte de lo anterior, que me parece importante, hay otro par de cuestiones que me parecen fundamentales. La primera se refiere al razonamiento que haces alrededor de las avenidas y su periodo de retorno.
- La disquisición que se abrió hace tiempo acerca de los periodos de retorno de las avenidas creo que no es baladí. Conceptualmente es erróneo hablar de periodos de retorno de avenidas, así, en abstracto, simplemente porque el periodo de retorno se define como el inverso de la probabilidad de superar un determinado valor. Esto implica que para hablar de periodos de retorno de cualquier cosa, esa cosa debe poder ser ordenada de menor a mayor, algo que para

las avenidas, en abstracto, no es posible. Tienen unas características muy distintas las avenidas de proyecto para el encauzamiento del Manzanares en Madrid y para la presa del Pardo. No está definido cuando una avenida debe ser considerada como superior a otra.

- Esto lo obviaba la Instrucción diciendo: “14.6. *Se procurará establecer una función entre caudales máximos anuales y periodos de recurrencia*”. No hablaba de periodos de retorno (de recurrencia entonces) de las avenidas sino de la variable unidimensional “*caudal máximo anual*”. En otras palabras, caracterizaba las avenidas por una de sus características: el caudal punta.
- También lo obvian las NTS, que dicen: “8.1 *Las avenidas de proyecto y extrema se seleccionarán, en función de la categoría de la presa y una vez evaluada la evolución del riesgo en el tiempo, de tal forma que se garanticen unos periodos de retorno para los niveles de Avenida de proyecto y de Avenida extrema iguales o superiores a los que se indican en la Tabla I*”. Tampoco hablan de periodo de retorno de las avenidas sino de los “niveles”. Caracterizan las avenidas por los niveles que alcanza el agua en el embalse.
- Era erróneo, en mi opinión, el borrador de las NTS de 2018. En él sí se hablaba de los periodos de retorno de las avenidas: “5.3.- *Los periodos de retorno a considerar para las avenidas de proyecto y extrema, una vez evaluada la evolución del riesgo en el tiempo, no serán inferiores a los que se indican en la tabla siguiente*”. Es uno de los pocos cambios significativos entre ese borrador y las NTS publicadas y me extraña que tu revisión paso a paso lo pase por alto. El cambio me parece que es a mejor, pero creo que una parte importante del problema se deriva de haberlo introducido sin repercutir sus consecuencias en el resto del redactado (en la tabla que cita, por ejemplo).
- Todo lo anterior hila con la otra cuestión a mi modo de ver sustancial. No comparto contigo que las avenidas de proyecto y extrema sean características solo del río y su cuenca. Creo que el caso del encauzamiento del Manzanares y la presa del Pardo que cito más arriba lo ilustra.
- Estoy de acuerdo en que las avenidas “naturales” son características solo del río, de ahí que el estudio hidrológico se pueda realizar antes de que exista siquiera el proyecto. El problema es que el estudio hidrológico no es el que define las avenidas de proyecto y extrema sino que debe caracterizar la hidrología del río y su cuenca para permitir que el proyectista lo haga.
- De hecho, las avenidas de proyecto y extrema son un constructo cultural destinado, en este caso, al proyecto y a la explotación de la presa y el embalse. No existen si no existe la presa. No están definidas en ninguna parte si no es en relación con las presas.
- Recapitulando. Lo que fijan las NTS es el periodo de retorno “*para los niveles de Avenida de Proyecto y de Avenida Extrema*” lo que podría expresarse también como “*el periodo de retorno que se exige garantizar para la Avenida de Proyecto y la Avenida Extrema, caracterizadas ambas por la sobreelevación que causan en el embalse*”.
- No hay manera de hablar de avenidas de proyecto y extrema si no se habla de niveles de embalse y estos vienen condicionados tanto por la hidrología del río y la cuenca como por las características del embalse y de los órganos de desagüe y por la forma de gestión de las avenidas.
- Como consecuencia creo que no se puede decir que “*Quien ha determinado la avenida ha sido el RÍO, no la presa. Y seguirá fija y vigente mientras no se realice un nuevo estudio hidrológico en el caso de que algún día se compruebe haya cambiado el régimen fluvial del RÍO*”. Quien define las avenidas de proyecto y extremas es el proyectista en primer lugar y, luego, el explotador.
- Creo que indirectamente tú también lo dices cuando afirmas que “*Acorde con ambas definiciones entiendo, y definiendo, que los niveles sí son propios y característicos de la presa,*

acorde con el diseño y capacidad de los elementos de desagüe. Y una vez fijados interpreto, entiendo y defiendo que también resultan inamovibles y no hay ninguna disposición posterior que modifique dichos niveles”. Ten en cuenta que los periodos de retorno, en las NTS, se establecen para los niveles, que las avenidas se ordenan en función de la sobreelevación que provocan en el agua del embalse.

- Por otra parte, creo que aquí hablas de una presa construida, que es como es, que, efectivamente, tiene un aliviadero dimensionado de una manera acorde con la avenida de proyecto que se haya considerado y que eso, sin actuaciones, no cambia con el tiempo. Pero eso es una descripción de la presa y su embalse, lo que no corresponde a unas NTS (correspondería probablemente a las revisiones de seguridad). Por el contrario, unas NTS deben definir (y estas lo hacen) las condiciones de seguridad a exigir a las presas.
- Quizá aquí radique la gran diferencia entre nuestras conclusiones. Yo creo que tú hablas de las avenidas de proyecto y extrema en función de las que realmente ha sido diseñada la presa mientras que yo me refiero a las que son exigidas por las NTS, que están asociadas unos determinados periodos de retorno (NTS dixit en 8.1).
- Ya de forma más incidental, tampoco comparto la idea de que *“parece ser que “esto” de los períodos de retorno es antiguo y ahora hay o han aparecido “cosas” más modernas. Pues vale, abierto debate sobre el tema, a debatirlo de forma serena y civilizada. Pero eso es otra historia que entiendo no se debe mezclar con el análisis de las presentes Normas”*. Pienso que, cuando la seguridad hidrológica se establece en función del periodo de retorno de los niveles (como hacen las NTS), es indispensable establecer qué se entiende por periodo de retorno de la avenidas. Además, las NTS lo hacen: caracterizan las avenidas por el nivel que inducen en el embalse.
- En cuanto a la afirmación de que *“Es cierto que las Normas NO EXIGEN unos períodos de retorno concretos, sino que el artículo 8.1. dispone que SE GARANTICEN unos determinados períodos de retorno, lo cual entiendo o interpreto yo, o traduzco que quiere decir que se exigen unos períodos de retorno MÍNIMOS”*. Admito que puede ser una interpretación, pero pienso que si los redactores hubiesen querido establecerla podían haberlo hecho explícitamente. Bastaría con decir un *“como mínimo”*. Yo creo que puede interpretarse como que no se quiere ir más allá.
- Respecto a esto te cuento una anécdota de hace quizá 35 años y de la cuenca del Ebro. En el curso de la redacción del proyecto de una presa, la Asistencia Técnica (consultor) intentaba utilizar todos los recursos que conocía para, respetando la Instrucción, elevar la caracterización de las avenidas a considerar (calificadas por el caudal de suelta máximo que provocaban en el embalse). Frente a ello, el proyectista (funcionario, que entonces las presas del estado las proyectaban los funcionarios) defendía un cumplimiento de la Instrucción tan estricto como fuese posible (a la baja) porque en caso contrario él podría ser acusado de malversación.

Hasta aquí lo relativo a mi desacuerdo. Paso a intentar convencerte de que, efectivamente, las NTS rebajan las exigencias de seguridad hidrológica.

Para ello voy a comparar la forma en que, estas últimas décadas, hemos venido trabajando la seguridad hidrológica con la forma de hacerlo a que abocan las NTS.

Introduzco aquí, muy a mi pesar, la referencia a la *“Guía Técnica de Seguridad nº 4 (Avenida de Proyecto”* publicada por el CNEGP. Manifiesto expresamente que tengo muchos desacuerdos con lo que en ella se expresa (algo que creo compartes en gran medida), pero pienso que puede ser una buena ayuda para exponer el cómo se han venido haciendo las cosas.

Hablando del método hidrometeorológico, en la Guía se dice:

- “En la aplicación de los modelos hidrometeorológicos los datos básicos son las lluvias diarias y en los casos de disponer de suficientes estaciones pluviográficas la evolución temporal de la lluvia (hietograma)”. Comenzábamos trabajando con las precipitaciones diarias máximas anuales que convertíamos en precipitaciones máximas anuales en 24 horas.
- “Las técnicas estadísticas que se utilizan para el análisis frecuencial de las precipitaciones son las mismas que las indicadas en el apartado 2.3, referidas entonces a caudales”. Aplicábamos la estadística a esas precipitaciones.
- “Para la obtención de las leyes de intensidad-duración-frecuencia (IDF) de una estación se RECOMIENDA en el caso de que existan suficientes datos la elaboración directa de las curvas intensidad-duración para diferentes períodos de retorno, realizando un análisis frecuencial para diferentes intervalos de tiempo”. Continuábamos con las probabilidades aplicadas a las precipitaciones.
- Después de eso pasa a describir la “Transformación lluvia-escorrentía. Concentración y transporte” y no hace ninguna referencia ni a probabilidades ni a periodos de retorno. Los periodos de retorno los ha situado antes, en las precipitaciones.
- Sigue hablando de los modelos informáticos y acaba con unas “recomendaciones generales”, sin referirse tampoco a periodos de retorno.
- En las recomendaciones generales dice que “Para la evaluación de las avenidas en grandes presas se RECOMIENDA la realización de un análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo y, muy especialmente, de los que afectan a la humedad inicial del suelo y a las pérdidas, con el fin de disponer de suficientes datos para la selección y determinación de las avenidas a considerar en el proyecto”.
- Y también que “Por otra parte, la estimación de los parámetros (pérdidas y transformación) puede presentar amplias variaciones, por lo que se RECOMIENDA el que se adopten criterios conservadores teniendo en cuenta el objetivo de maximización de caudales, pues se trata de obtener valores con probabilidades de superación muy bajas”. En otros términos, en el paso de precipitación a hidrograma utilizábamos criterios conservadores y realizábamos análisis de sensibilidad.
- La recomendación de qué periodos de retorno deberían ser considerados aparece en otro punto y dice que: “Una vez clasificadas las presas según su riesgo, se RECOMIENDA que las avenidas a considerar: AVENIDA DE PROYECTO Y AVENIDA EXTREMA sean las correspondientes a los siguientes períodos de retorno (en años)”. Se refiere a periodos de retorno de las avenidas sin establecer con base a qué parámetro se califican las avenidas.
- Resumiendo muy esquemáticamente. Para la estimación de la avenida a la que las NTS llaman avenida de proyecto empezábamos buscando la precipitación diaria asociada al periodo de retorno que exigía la Instrucción (500 años), seguíamos aplicando una serie de técnicas hidrológicas, siempre con criterios conservadores, y acabábamos llegando al hidrograma, al que atribuíamos el periodo de retorno de partida (500 años).

Desde el otro punto de vista, el de lo que establecen las NTS, la cuestión es más sencilla.

- Dicho en palabras pobres sería algo así: “hágalo como Vd. estime conveniente pero tiene que llegar a una avenida tal que la sobreelevación que provoque en el embalse tenga una probabilidad anual de ser superada igual al inverso del periodo de retorno establecido (1.000 años para la avenida de proyecto en las presas clasificadas en la categoría A)”.

- En aplicación de esto, ya se está planteando un procedimiento adecuado a las NTS basado en la aplicación del método de Montecarlo. Se establecen las distribuciones estadísticas de las precipitaciones diarias y de todos y cada uno de los parámetros hidrológicos y se genera un conjunto grande de simulaciones que se ordenan en función de la sobreelevación que inducen en el embalse. Se selecciona el nivel que es superado en el 1% de las simulaciones (supuesto que se persigue el periodo de retorno de 1.000 años).

Si comparamos las dos técnicas creo que es claro que hay cambios sustanciales: se modifica la forma en que se califican las avenidas en relación con el periodo de retorno (desde precipitaciones diarias a niveles de embalse), se multiplica por dos el periodo de retorno nominal exigido (nominal por cuanto aplica a dos caracterizaciones distintas de las avenidas) y se elimina el conservadurismo que se introducía en el proceso hidrológico de paso de precipitación a hidrograma.

Como consecuencia, creo que no cabe duda que las exigencias de seguridad se modifican, restando la cuestión acerca de en qué sentido lo hace (sería mucha casualidad que se compensasen los cambios).

Es necesario traer aquí que los parámetros a los que se aplicaban criterios conservadores eran muchos e importantes: duración del fenómeno meteorológico, simultaneidad por zonas, hietograma, humedad en la cuenca... pero también la no consideración de resguardos estacionales o de los embalses eventualmente existentes agua arriba o sistemas de preaviso.

Mi tesis es que, antes de cambiar el enfoque, debieran haberse estudiado sus consecuencias por una parte y, por otra, que esos criterios conservadores tiene mucha más importancia que la duplicación (nominal) del periodo de retorno.

Esto viene avalado por dos circunstancias. Por una parte, la realización de simulaciones sobre casos reales (publicadas) conducen a que esos criterios conservadores elevan el periodo de retorno, en el paso de precipitación a hidrograma, en, al menos, entre uno y dos órdenes de magnitud.

Por otra, la validez de un esquema de trabajo no se desprende tanto de elucubraciones teóricas como del resultado de su aplicación práctica. Hoy, el parque de presas en su conjunto es razonablemente seguro no tanto porque lo diga la teoría sino porque se comporta razonablemente bien en la práctica.

En España tenemos conocimiento de algunas decenas de miles de "años grandes presas". Pongamos por ejemplo 30.000 (mil grandes presas, treinta años). Ello quiere decir que, si el periodo de retorno real medio fuese de 500 años, tendríamos que haber visto aproximadamente 2 superaciones de los criterios hidrológicos de seguridad al año en grandes presas diseñadas de acuerdo con la Instrucción, algo que contradice la experiencia. Con el mismo razonamiento se llega al mismo resultado si el periodo de retorno hubiese sido de 1.000 años.

Piensa que estamos hablando del parque de presas en su conjunto, en el que es patente que hay presas que no cumplen con el criterio de los 500 años de periodo de retorno de la Instrucción y que esas están en precario.

Y lo de no considerar la variabilidad de las estimaciones que se asocian a probabilidades de hasta una diezmilésima no tiene nombre, al menos para mí. El objetivo de las NTS no debiera ser que las

condiciones de seguridad no se superen más que unas pocas veces sino que se superen un número mínimo y que, si se superan, se esté en condiciones de responder. Es garantizar la seguridad de todas y cada una de las presas.

Hasta aquí llego, estando de acuerdo en que el tema de las presas en explotación y su seguridad hidrológica merecería un debate sosegado y sin prejuicios. A mi modo de ver es una de las grandes omisiones de las NTS.

Espero haberte convencido que, no lo he escondido en ningún momento, era mi objetivo.

En caso contrario y si te parece bien, podemos seguir hablando, intentando llegar a una conclusión común

Ah! Y eso del “aficionado a las presas”, es un chiste. Además desde dos puntos de vista. Sería inadmisibile que la legislación permitiese que a un aficionado se le hubiesen encargado las responsabilidades que te han caído a ti y, además, que tu historial está muy lejos de lo que correspondería a un aficionado. Catedráticos hay que... Dejémoslo aquí.

Perdón por la longitud, pero la necesitaba.

Julio de 2021

Mariano de Andrés