

Alternativas a la redacción de las propuestas de clasificación de pequeñas presas y balsas

D. Fco. Javier Caballero Jiménez¹, D. Jesús Guerrero González¹, D. Jorge Durán Bravo²

¹ALATEC Ingenieros Consultores y Arquitectos S.A. y ²Ingeniero de Caminos

jcaballero@alatec.es, jguerrero@alatec.es, jotadebe@telefonica.net

1 Antecedentes, justificación y objetivos

El Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, en su Título VII, dedicado a la seguridad de presas, embalses y balsas, establece las obligaciones y responsabilidades de los titulares, así como las funciones y cometidos de las Administraciones competentes en materia de control de dicha seguridad. Dentro de estas obligaciones se dispone en el artículo 367.1 que “*Los titulares de presas o balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m³, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estarán obligados a solicitar su clasificación y registro*”.

La inclusión de forma clara en la nueva legislación de todas aquellas presas y balsas de 5 o más metros de altura, supone un importante cambio respecto a la normativa anterior dado que, aunque la Directriz Básica de Protección Civil (1995) ya obligaba a la clasificación de todas las presas, a efectos prácticos solo se estaba exigiendo en las estructuras catalogadas como Grandes Presas (altura mayor de 15 metros o entre 10 y 15 con una capacidad de embalse superior a 1.000.000 m³) o aquellas que, sin ser Grandes Presas, por circunstancias singulares pudiesen dar lugar a apreciables riesgos potenciales aguas abajo.

En un elevado porcentaje de casos, las presas pequeñas, que generan embalses de poca capacidad, darán lugar a una clasificación que será de forma obvia de categoría “C”, pudiendo comprobarse esta circunstancia mediante una simple visita de campo y un informe técnico justificativo basado en los datos de la presa, en los elementos existentes aguas abajo y en el juicio ingenieril. Sin embargo, la “*Guía Técnica para Clasificación de Presas en función del riesgo potencial de rotura*” (en adelante, “*Guía Técnica*”) en abundantes ocasiones adoptada como Norma por ser el único elemento de apoyo en este campo, establece que, “*en los casos de presas que previsiblemente vayan a resultar clasificadas en categoría C, por no existir aguas abajo de ellas viviendas u otros bienes que pudieran suponer otra categoría mayor, deberán realizarse estudios de rotura, aún cuando las estimaciones de parámetros y la metodología a emplear puedan ser simplificadas*”. La realización de estos modelos, aunque sean simplificados, aumenta notablemente y de forma innecesaria el coste de estos estudios para los titulares, además de complicar su supervisión por parte del organismo competente.

La presente comunicación está basada en la experiencia de ALATEC Ingenieros Consultores y Arquitectos S.A. durante el año 2010 en el que se ha realizado la propuesta de clasificación de seis (6) infraestructuras de este tipo, con alturas -desde cimiento- comprendidas entre seis y ocho metros, lo que en la práctica se ha traducido en pequeñas presas de cinco a siete metros de altura sobre cauce y embalses que, sin contar con posibles pérdidas de volumen, normalmente no superan los 100.000 m³.

La exposición pretende ser una llamada al sentido común y a la racionalidad realizando una propuesta de metodología simplificada para estos estudios que, en muchas ocasiones, no precisarían de la realización de un solo cálculo. Esta metodología no tiene porqué (ni debe) ser empleada sistemáticamente sino únicamente en los casos en los que el juicio ingenieril lo permita. Esto puede suponer un importante alivio para los organismos responsables de la supervisión y aprobación de estos documentos, además de un ahorro de costes importante para los propietarios, dado que, en los próximos años, es más que previsible una avalancha de estudios de esta tipología al existir un número indeterminado de diques (presas, azudes o balsas) cuya clasificación no era requerida hasta ahora.

2 Alternativas a la Guía Técnica. Aspectos a considerar

Como es sabido, con la aprobación de la Directriz Básica de Protección Civil en 1995 se estableció la necesidad de clasificar las presas en función del riesgo potencial derivado de su posible rotura. La clasificación consiste en

evaluar los daños producidos por una eventual rotura de la presa, según los cuales se pueden establecer tres categorías: A, B y C.

Esto significa que cada titular tiene la obligación de elaborar una propuesta de clasificación y presentarla a la Administración Competente en el plazo que ésta determina. Posteriormente, la Administración la analiza pudiendo solicitar información complementaria o, en el mejor de los casos, aprobarla dictando la resolución correspondiente.

Por ello, y al objeto de, por una parte, facilitar su redacción a los titulares y, por otra, homogeneizar el proceso de clasificación de presas, la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas elaboró en 1996 la “Guía Técnica citada anteriormente, a partir de la cual ya se ha clasificado la práctica totalidad de las presas (Grandes Presas o no) de titularidad estatal y otra gran parte de las de titularidad privada.

Un aspecto importante que debe tenerse muy presente, y al que se recurrirá más adelante, es que esta Guía Técnica está dirigida y pensada, según se indica en su punto “2.1. Presas a clasificar” a las estructuras catalogadas como Grandes Presas o aquellas que, sin ser Gran Presa, por circunstancias singulares pudiesen dar lugar a apreciables riesgos potenciales aguas abajo.

Así, la Guía Técnica “2.6. Clasificación de presas” establece que para el caso de clasificaciones obvias en la categoría A se podrá recurrir al juicio ingenieril que “dispondrá de elementos suficientes para formular una propuesta de clasificación basada solamente en planos topográficos existentes y una visita a campo”.



Figura 1 Ejemplo de presa que puede ser clasificada en categoría A mediante juicio ingenieril.

Sin embargo, la misma Guía Técnica no mantiene el mismo criterio para presas que de forma obvia resultarán clasificadas en categoría C, pues dice, textualmente: “... en los casos de presas que previsiblemente vayan a resultar clasificadas en categoría C, por no existir aguas abajo de ellas viviendas u otros bienes que pudieran suponer otra categoría mayor, deberán realizarse estudios de rotura, aún cuando las estimaciones de parámetros y la metodología a emplear puedan ser simplificadas”.

Esta circunstancia, resulta totalmente lógica para las presas a las que, como se ha mencionado anteriormente, estaba dirigida la mencionada Guía Técnica. Sin embargo esta justificación puede no resultar la más adecuada ante la situación generada con la nueva legislación en un número elevado de casos, que implicaría a una importante cantidad de pequeñas presas para generación de energía minihidráulica que, además, en muchas ocasiones disponen de una capacidad mínima de embalse que, incluso, puede verse reducida por los sedimentos.

Es en estos casos es donde se propone el empleo de una metodología basada en tres puntos fundamentales:

- El juicio ingenieril,
- Una buena documentación cartográfica y topográfica, y
- La realización de un exhaustivo recorrido de campo, aspecto de gran importancia y que es obviado en muchas ocasiones (para cualquier categoría) en este tipo de trabajos que se ejecutan desde el despacho de una oficina técnica, bien por falta de presupuesto bien por una comodidad mal entendida y que pueden dar lugar a “sorpresas inesperadas” dado que, en alguna ocasión, pueden “aparecer” edificaciones o infraestructuras que no se reflejan en la cartografía disponible.

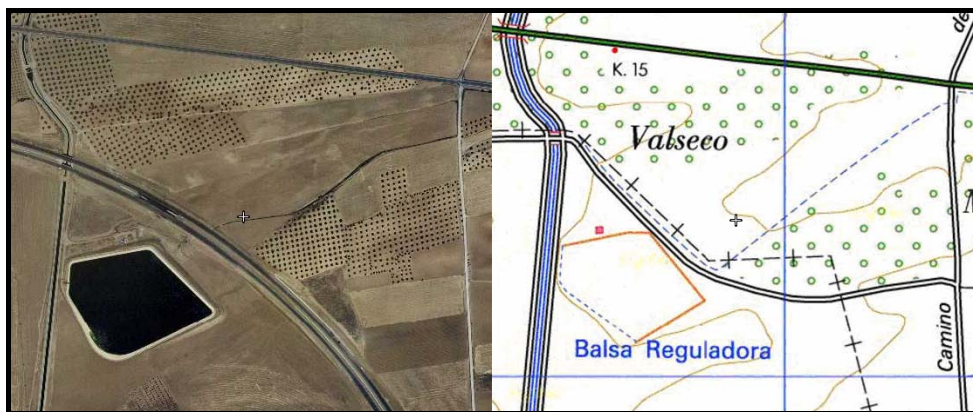


Figura 2 Ejemplo de afección a pie de balsa no reflejada en la cartografía oficial 1:10.000. Un camino rural pasa a ser una autovía.

Bajo esta perspectiva, este artículo pretende exponer alguna alternativa a la actual metodología seguida para elaborar una Propuesta de clasificación en función del riesgo potencial, que permita a elaborar un documento cuyo objetivo principal sea el beneficiar a la mayoría de la población; es decir, lo que nuestros abuelos definirían como: “una propuesta basada en el sentido común” (que no es poco).

Para ello, eso del “sentido común” comienza por responder algunas preguntas:

- ¿Cómo se beneficia a la población con una Propuesta de clasificación? Sin duda, minimizando los plazos, tanto de la redacción como de la aprobación, es decir, minimizando los costes y el tiempo invertido en los estudios y en las revisiones.
- ¿Quiénes han de participar activamente? El titular de la presa –como redactor- y la Administración competente -como revisor y aprobador.

- ¿Qué papel ha de cumplir tanto el redactor como el revisor? El mismo, aplicar el juicio ingenieril, evitando ceñirse férreamente al cumplimiento o no de una metodología predeterminada.
- ¿Qué guía se ha de usar? Con matices, la Guía Técnica del Ministerio.
- ¿Qué presas clasificamos con tal sentido? Aquellas que, para un ingeniero especialista (con un lustro de experiencia), consecuencia de una primera valoración, reúna unas características técnicas, ambientales y sociales que, a priori, permitan prever una propuesta de clasificación solvente que evite un estudio, si bien más detallado y preciso, innecesario.
- ¿Qué falta considerar como condición técnica inicial? Una relación entre la altura, el ancho longitudinal y el transversal de la presa que limite qué presas han de estudiarse o no.
- ¿Qué está, actualmente, fuera de lugar? Que las infracciones del dominio público hidráulico obliguen al titular a clasificar su presa en una categoría superior a la que le correspondería si tal infracción no existiese.

La cuantía de la altura de la presa y del volumen de su embalse no son, para la mayoría de los casos -ya sea por exceso o por defecto- condiciones inequívocas para aplicar, rigurosamente, la metodología propuesta en la Guía Técnica. Grandes presas, como Almendra, La Serena, El Atazar o Ricobayo, son buenos ejemplos de que solo por la cantidad de agua que pueden liberar si se produce su colapso, llaman a pensar que, metodología o no, su clasificación sería, cuando menos, de categoría “B”. Paradójicamente, a estas Grandes Presas se les realizó su correspondiente estudio que, como era de esperar, confirmó la categoría prevista, con el consiguiente gasto de tiempo y dinero, tanto del redactor como del revisor.

Por contra, el estudio y redacción de las propuestas de clasificación de las pequeñas presas, con pequeños embalses, conllevan un trabajo que hacen que no sea una tarea fácil justificar convincentemente a la sociedad profana –incluidos algunos titulares de presa- la elevada inversión económica y temporal que debe realizar.

A la fecha, puesto que la mayoría de las Grandes Presas ya han resuelto este trámite de elaborar su propuesta de clasificación, lo que ocupa a los profesionales de la materia son, justamente, las propuestas de clasificación de todas aquellas pequeñas presas que, en su mayoría; si tienen más de 25 o 30 años, carecen de un mínimo Archivo Técnico o, ni que decir, un proyecto de diseño y construcción del que sea posible extraer todos y cada uno de los datos solicitados en la Guía Técnica, datos que, en muchos casos, la carencia de alguno de ellos es motivo (injustificable) de su rechazo y, por tanto, no aprobación de la clasificación solicitada.

De igual forma, más recientemente, la redacción de una propuesta de clasificación de una balsa constituye, hoy por hoy, una incertidumbre que ni la Guía Técnica, ni la Administración competente ha resuelto y que, al parecer no será resuelto en breve plazo.

A pesar de todo ello, es obligado minimizar el tiempo y el presupuesto dedicado a esta tarea de redacción y revisión-aprobación elaborando unos documentos claros y concluyentes, evitando (el titular) los “por si cuela”, y la Administración competente los “me la quieren colar”, buscando, como primer objetivo, convencer al propio redactor, y, como último, al revisor, aportando, si llega el caso, no solo lo que solicita la Guía Técnica si no que la información que requiere quien desconoce y no visitará tanto la presa como el cauce de aguas abajo.

3 Alternativas para las posibles Propuestas “C”

Atendiendo a la Guía Técnica en su apartado “3.2. Límite del Estudio Aguas Abajo” el requisito fundamental para poder dar por finalizado un estudio de clasificación que se pretenda proponer en tipo C es que:

- No existan potenciales afecciones de viviendas, servicios, bienes económicos o aspectos medioambientales.
- Entrada en un embalse capaz de recibir la onda de avenida sin provocar vertidos.
- Alcanzar un caudal máximo inferior a la capacidad del cauce sin producir inundaciones ni en las márgenes ni aguas abajo.

Este último condicionante puede asimilarse a que la avenida provocada por la rotura haya sido laminada a un caudal similar a la crecida máxima ordinaria del cauce por el que circula. Una aproximación a esta crecida máxima ordinaria comúnmente admitida han sido, habitualmente, los caudales de período de retorno de 5 o 10 años.

Sin perjuicio de que a través de criterios ingenieriles puedan establecerse otros posibles ejemplos, existen dos casos típicos que pueden permitir la deducción de una clasificación inmediata en tipología C sin necesidad de desarrollar ningún tipo de modelo de rotura, estos son:

- La incorporación del cauce por el que se propagaría la potencial avenida generada por la rotura a otro de mayor entidad hidrológico-hidráulica.
- La existencia de una obstrucción en el cauce en forma de terraplén u obra de paso, inmediatamente, aguas abajo de la presa que sea capaz de retener o laminar dicha potencial avenida.

3.1.1 Incorporación a cauces de mayor entidad

La incorporación de pequeños arroyos o ríos de pequeña entidad a cauces importantes desde el punto de vista hidrológico puede dar lugar a una justificación adecuada para proponer una clasificación tipo C.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de uno de estos casos. Se trata de la presa de Cuncos, que es una presa de materiales sueltos de 13,50 metros de altura sobre cimientos y 1,17 hm³ de capacidad de embalse. Antes de la construcción de Alqueva, aproximadamente 8 km aguas abajo de la presa, su incorporación al río Guadiana, sin ninguna potencial afección de por medio podría haber dado lugar a una propuesta tipo C sin necesidad de realización de modelo de rotura alguno dado que los caudales para periodos de retorno de cinco y diez años (T5 y T10) del Guadiana justo aguas debajo de la incorporación del Cuncos son de, aproximadamente 2.500 m³/s y 3.300 m³/s, superiores con total seguridad al caudal punta de rotura de una presa de las características descritas.

En cualquier caso debe justificarse el caudal punta de rotura, bien mediante comparación con caudales punta de rotura de presas similares, bien mediante obtención del mismo de forma aproximada con formulas simples.

La Guía Técnica permite en estos casos el uso de métodos simplificados. Uno de ellos es el método mixto hidrológico-hidráulico (apartado 3.5.4. de la Guía Técnica), en el que se puede obtener, del lado de la seguridad, a partir de la fórmula de Hagen, el caudal punta de la onda de rotura. Esta fórmula responde a la expresión:

$$Q = K \cdot (V \cdot H)^{0,5}$$

Donde Q es el caudal punta de rotura en m³/s, K es una constante cuyo valor es 780 para presas bóvedas y 550 en el resto de los casos, V el volumen del embalse en hm³ y H la altura de presas sobre cimientos en metros.

Pudiendo llegar a mayorarse el valor del caudal obtenido en un 50% de acuerdo a lo indicado en la Guía Técnica

En el caso que nos ocupa se obtiene;

$$Q = 550 \cdot (1,17 \cdot 13,5)^{0,5} = 2.185 \text{ m}^3 / \text{s} < 2.500 \text{ m}^3 / \text{s} (T5)$$

Si este valor se mayorase en un 50% se obtendría un caudal punta de rotura de

$$Q = 1,50 \cdot 2.185 \text{ m}^3 / \text{s} = 3.280 \text{ m}^3 / \text{s} < 3.300 \text{ m}^3 / \text{s} (T10)$$

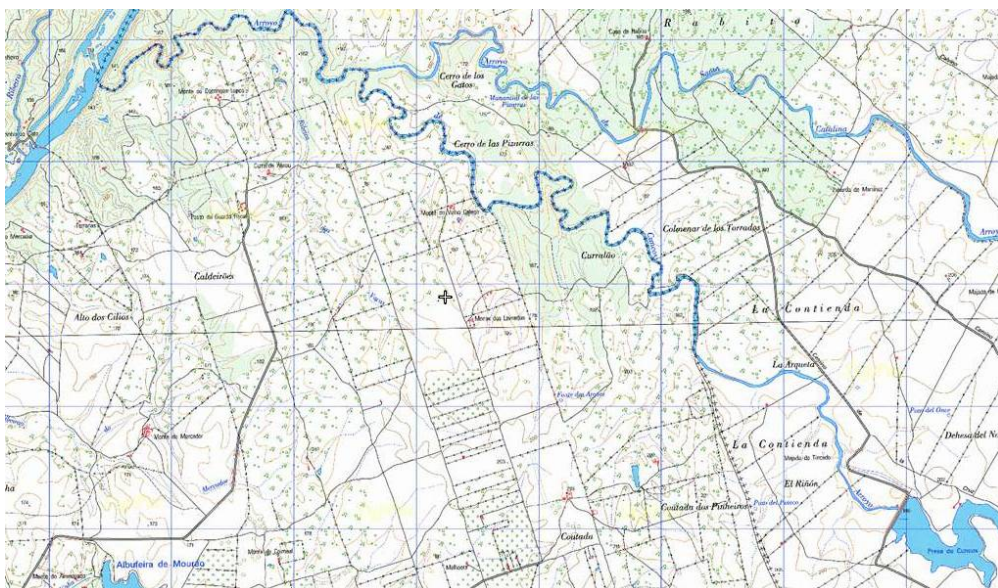


Figura 3 Situación sobre cartografía oficial del embalse sobre el arroyo Cuncos.



Figura 4 Vista aguas abajo desde cornación de la presa sobre el arroyo Cuncos.

Afortunadamente, en algunas ocasiones, la determinación de los caudales máximos circulantes en los cauces en estudio se puede obtener a partir de un estudio hidrológico (bien pre-existente bien de nueva ejecución), facilitándose la labor, en gran medida, cuando en los cauces se dispone de estaciones de aforos próximas a las zonas en estudio. Sin embargo esta es una “casualidad” poco probable.

En cualquier caso la necesidad de elaborar un estudio hidrológico específico, cuando no existen estudios anteriores, encarece claramente los costes de ejecución de la propuesta por lo que la ventaja adquirida en la no ejecución del modelo de rotura queda en gran parte diluída con la necesidad de elaboración del estudio hidrológico.

En este aspecto una herramienta que puede resultar de gran utilidad de cara a optimizar los trabajos a realizar es el Mapa de Caudales Máximos (aplicación CAUMAX v02) elaborado por el CEDEX (Ministerio de Fomento), como uno de los trabajos desarrollados bajo el marco de del Convenio “Asistencia Técnica, Investigación y Desarrollo Tecnológico en Materia de Dominio Público Hidráulico y Explotación de Obras” (Septiembre de 2004) con la Dirección General del Agua (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino) y que ha sido presentado recientemente (Junio de 2011) a partir de la cual se pueden obtener caudales máximos en cualquier punto de todas las cuencas peninsulares para diferentes periodos de retorno.

Esto permite conocer perfectamente los caudales en los puntos de interés para nuestros estudios de propuesta de clasificación.

Un ejemplo claro de aplicación es el que se muestra en las siguientes líneas. El caso analizado es una pequeña presa para generación hidroeléctrica que arrojaba un caudal punta de rotura a partir de la fórmula de Hagen, mencionada anteriormente, de $208 \text{ m}^3/\text{s}$, mayorando el valor hasta un 50%, y del lado de la seguridad podría adoptarse un valor de $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$. Dado que el azud analizado se propondrá como tipo C, el caudal de avenida de proyecto recomendado por la Guía Técnica de Seguridad de Presas nº 4 Avenida de Proyecto es el de periodo de retorno $T=100$ años. Atendiendo a los resultados de CAUMAX este será de $Q=1.560 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con estos dos datos, y del lado de la seguridad porque el valor real será siempre inferior al que se expone a continuación, suma de los caudales punta, puesto que las mismas no tienen porque coincidir sus momentos de caudal pico, se podría adoptar un caudal máximo para hipótesis H2 de $Q=1.860 \text{ m}^3/\text{s}$, que es claramente inferior a la avenida de 25 años de periodo de retorno del Duero y está próxima, según puede observarse en la figura, a la de 10 años.

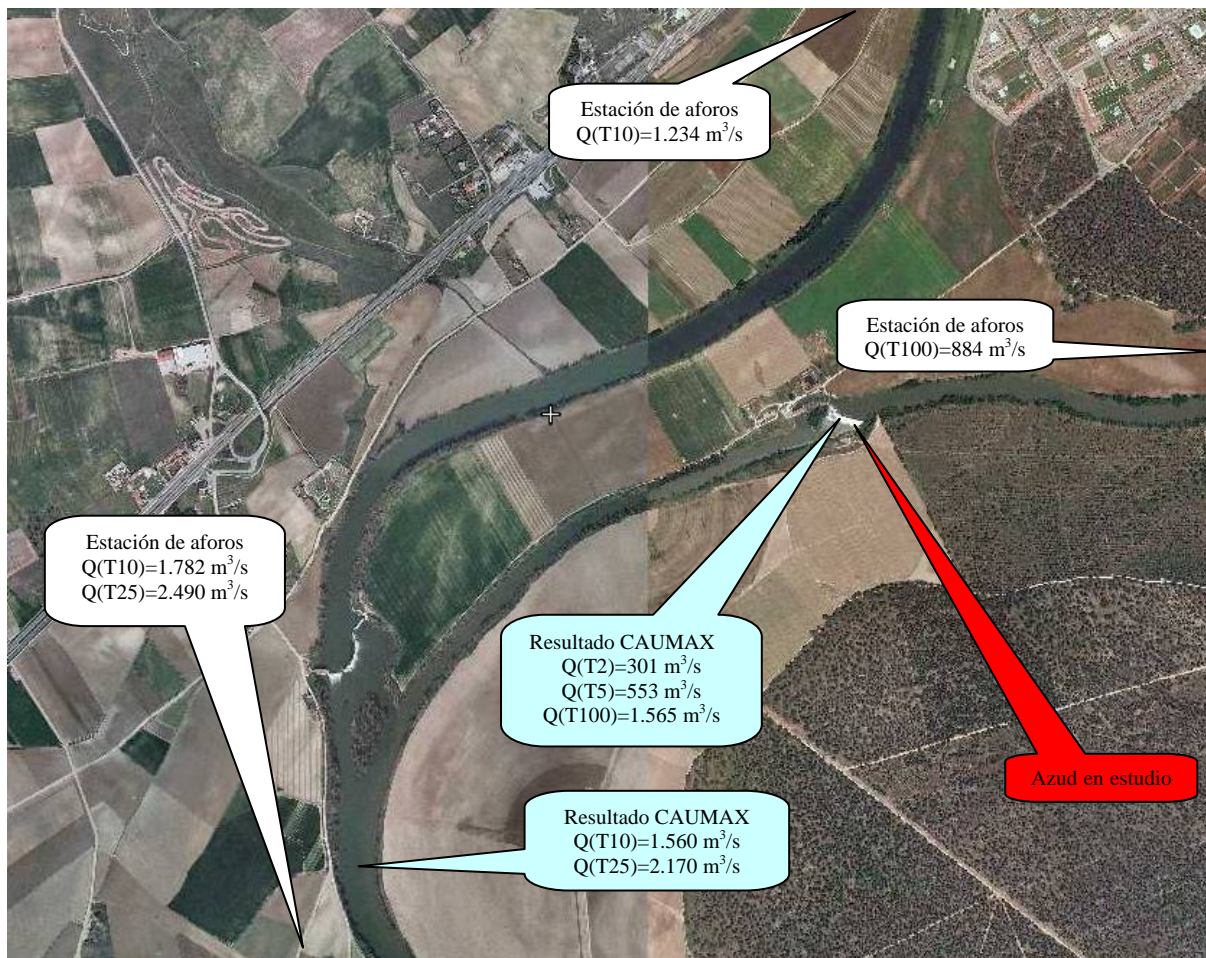


Figura 5 Foto aérea de situación con caudales máximos obtenidos con CAUMAX. Coherencia con estaciones de aforo.



Figura 6 Vista de la margen derecha del cauce aguas abajo del azud en las proximidades de la confluencia de los ríos.

Además, teniendo en cuenta la laminación de los caudales por el cauce y que las potenciales afecciones aguas abajo son, únicamente, campos de cultivo, según se puede observar en la foto aérea y en las imágenes tomadas en campo que se adjuntan se podría establecer sin ningún género de dudas la clasificación en la tipología C.



Figura 7 Vista de la margen derecha del cauce aguas abajo del azud.



Figura 8 Vista de la confluencia de los cauces.

3.1.2 Obstrucciones en el cauce

La Guía Técnica indica en su punto “2.5.4.3. *Obstrucciones en el cauce y fenómenos locales*” que “*se localizarán las obras singulares que por su importancia pudieran producir obstrucciones significativas en el cauce o dar lugar a fenómenos hidráulicos de naturaleza local que pudieran incidir de manera muy importante en la propagación de la onda. Tal es el caso de terraplenes de obras viarias y de puentes.....se considerará que estas estructuras rompen cuando el nivel de las aguas alcance la cota superior del tablero o la cota de coronación del terraplén*”.

Para poder establecer la clasificación en la tipología C en este caso se considera imprescindible disponer de:

- Una topografía con la suficiente precisión como para permitir obtener una cubicación fiable del embalse generado aguas arriba de la obstrucción.
- Las dimensiones de la obra de paso que pueden ser tomadas de forma aproximada durante la visita de campo mediante medición con cinta métrica.

El procedimiento en este caso, consistirá en realizar una cubicación del embalse y un simple cálculo de la obra de drenaje, que, laminará la avenida o, en cualquier caso, permitirá su paso sin influir sobre la misma lo que

indicaría que si está dimensionada para esta última circunstancia el caudal debe ser asumible para el cauce en cuestión.

En el ejemplo que se muestra la presa en estudio presentaba una altura desde cimientos de 6,00 metros y un volumen de embalse de aproximadamente 15.000 m³. El volumen de embalse que se podía generar aguas abajo con el terraplén de la carretera antes de que se alcanzase la cota de coronación del terraplén era muy superior, como se puede observar de forma evidente en las imágenes, además aguas abajo, en una longitud de aproximadamente 4,00 kilómetros no existía ninguna otra potencial afección, llegando a una nueva obra de paso de la misma carretera que también era capaz de absorber sin problema alguno el caudal punta de avenida.

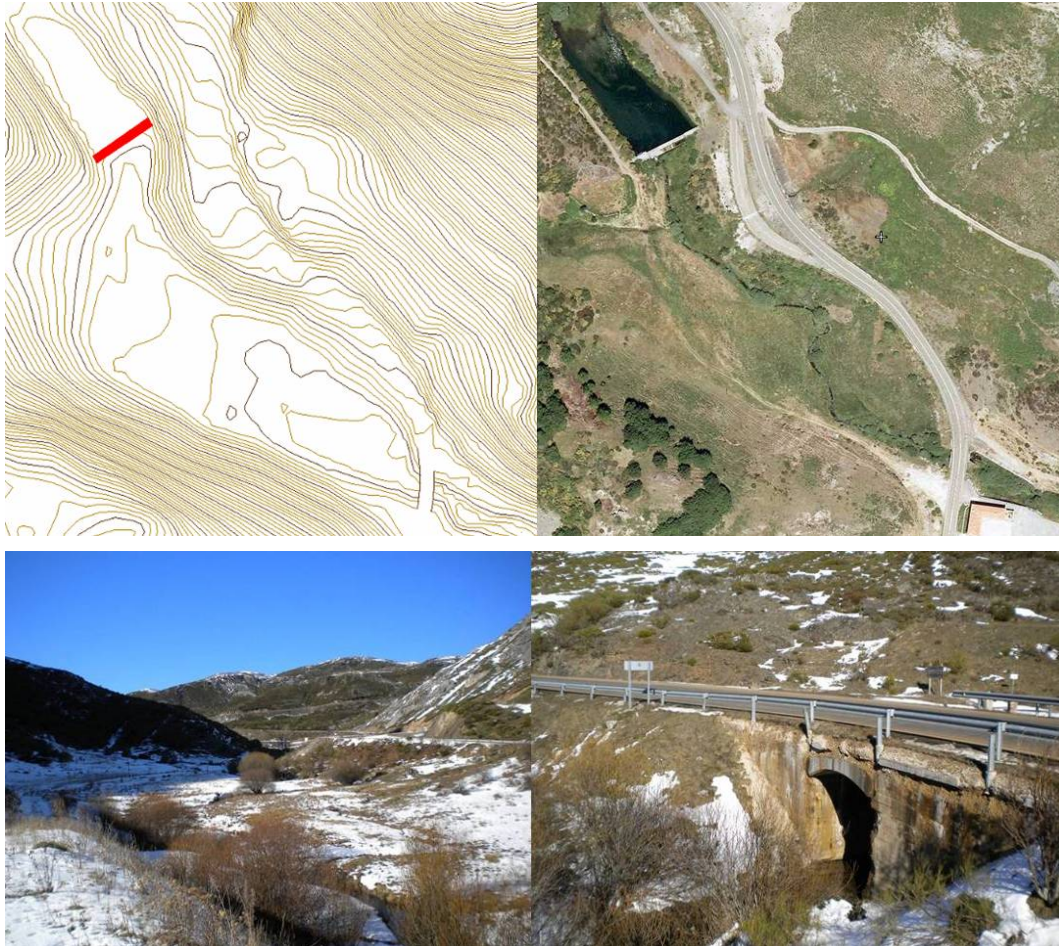


Figura 9 Ejemplo de potencial rotura laminada por obra de paso en terraplén de carretera.

4 Conclusión

Como se ha comentado, en referencia a la “Guía Técnica para Clasificación de Presas en Función del Riesgo Potencial de Rotura”, aunque se trate de una Guía como su propio nombre indica, en muchos casos se está interpretando incorrectamente como Norma, quizás por tratarse de el único elemento de apoyo en este campo del que dispone la Administración competente en esta materia.

Ante esta situación en la mayor parte de los casos los titulares de presas exigen a las consultoras que redactan sus propuestas de clasificación que todo documento a presentar intente ajustarse a la misma de cara a evitar polémicas innecesarias y que no producen ningún beneficio, ni al titular, ni a la Administración competente encargada de la aprobación de la propuesta.

Así, la Guía Técnica establece que una presa puede ser clasificada en categoría A sin necesidad de modelo acudiendo al “juicio ingenieril” pero que para clasificarla en tipo C, por evidente que sea, deberán realizarse estudios de rotura.

En este aspecto debe resaltarse que la Guía Técnica, en el momento de su redacción no estaba dirigida ni pensada hacia la mayor parte de las estructuras que, en la actualidad, quedan por clasificar (la mayoría pequeñas presas y balsas) sino a las presas catalogadas como Grandes Presas o aquellas que, sin ser Gran Presa, por circunstancias singulares pudiesen dar lugar a apreciables riesgos potenciales aguas abajo.

Se considera por tanto que, para la tipología de pequeñas presas, desde el punto de vista ingenieril, un adecuado razonamiento en un informe de visita de campo (apoyado con algún plano topográfico a escala adecuada y la ortofoto de la zona) debería ser suficiente, en una gran cantidad de casos, para poder clasificar la presa dentro de la categoría C.

Con esta comunicación se ha pretendido hacer una llamada al sentido común (en muchas ocasiones, el menos común de los sentidos) y a la racionalidad realizando, en los casos en los que sea posible, propuestas de clasificación simplificadas, incluso para presas que pretenden encuadrarse en tipología C y aún cuando estas propuestas no cumplan estrictamente con la Guía Técnica. En cualquier caso debe resaltarse que esta forma de enfocar los estudios no tiene porqué ser empleada sistemáticamente sino únicamente en los casos en los que el juicio ingenieril lo permita.