Propuestas de clasificación, mantenimiento, inspección y planes de emergencia: aspectos generales y específicos de las balsas

José Mª González Ortega
Tragsatec / ATEBA

Tragsa Grupo

ATEBA Asociación Técnica Española de Balsas y Pequeñas Presas

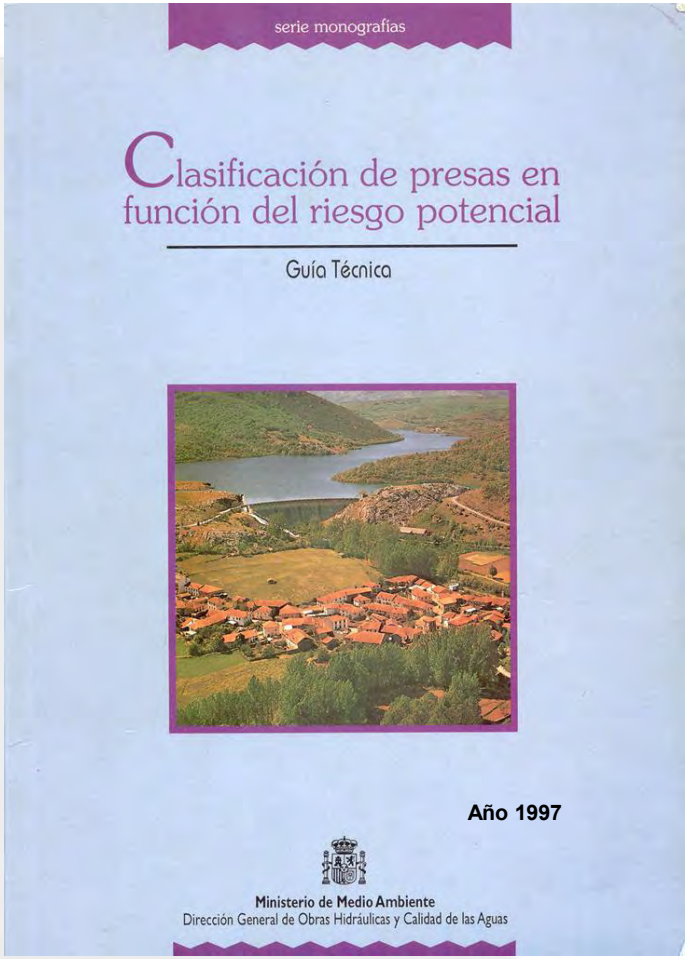
Índice

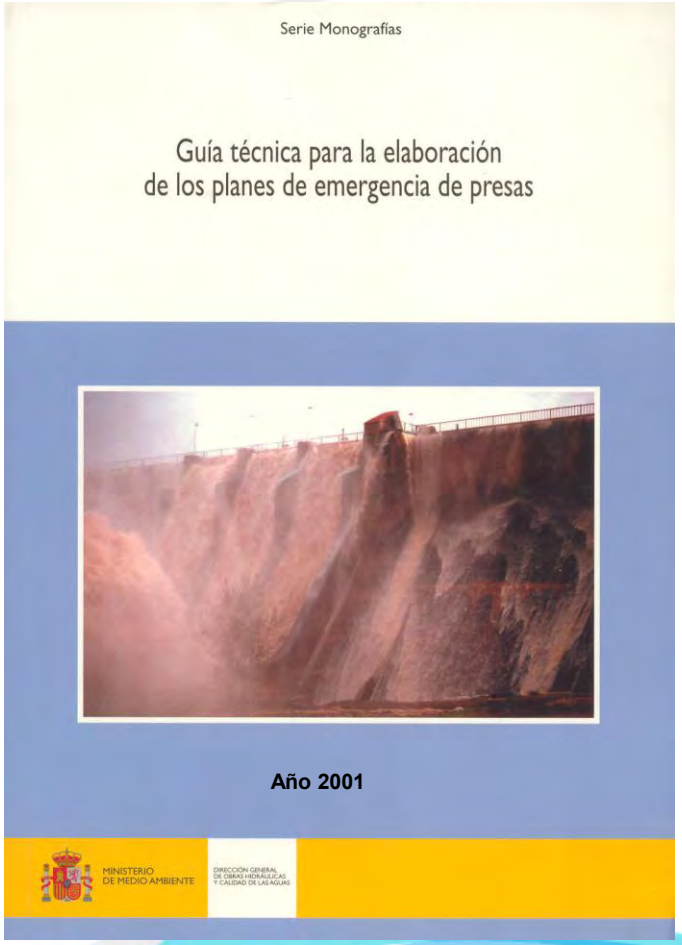
1. Introducción
2. Guías técnicas para la redacción de documentación de seguridad de presas (y balsas)
    2.1. Guía técnica para la redacción de propuestas de clasificación de presas en función del riesgo potencial
3. Aspectos específicos y problemática asociada a la seguridad de las balsas
    3.1. Las propuestas de clasificación frente al riesgo potencial
4. Consideraciones sobre las propuestas de clasificación y su aplicación a balsas
5. Mantenimiento y vigilancia
6. Consideraciones sobre los planes de emergencia en balsas

1.- Introducción

- La creación de un depósito de agua total o parcialmente elevado, sea mediante una presa en un cauce natural o mediante muros fuera de este, conlleva la generación de un riesgo, mayor o menor, en caso de rotura.
- Creación de una legislación concreta, consecuencia de la cuál todas las presas en servicio, y casi todas las balsas, deben presentar una propuesta razonada de clasificación.
- La exigencia de esta clasificación proviene no del tipo o dimensiones de la estructura ni de su situación (cauce público o fuera del mismo), sino del **daño potencial** que puede ocasionar su rotura.
- **Las inundaciones son fenómenos naturales, de carácter periódico**, con daños asociados generalmente a la “mala” ubicación de los asentamientos humanos.
- **Las roturas de presas y balsas son accidentales**, y por tanto el interés máximo debe centrarse en hacer todo lo posible para evitarlas, sin que por ello dejen de adoptarse previsiones que permitan paliar o anular sus efectos.

2.- Guías técnicas para la redacción de documentación de seguridad de presas (y balsas)





2.- Guías técnicas para la redacción de documentación de seguridad de presas (y balsas)



2.1.- Guía técnica para la clasificación de presas/balsas en función del riesgo potencial

AMBITO DE APLICACIÓN DE LA GUÍA TÉCNICA (*)

A) Grandes presas, según la definición de la I.G.P.

B) Presas con altura entre 10 y 15 m que sean gran presa de acuerdo a la definición del R.T.S.

L.C.> 500 m

Q > 2000 m3/sg

C) Las que no son grandes presas pero pueden dar lugar a apreciables daños potenciales aguas abajo

D) Cualquier presa si la administración hidráulica se lo requiere al titular

(*) Actualmente habría que sustituirlo por lo que marca el R.D. 9/2008
H > 5,00 m. o V > 100.000 m3

DEFINICIÓN DE CATEGORÍAS

CATEGORÍA A

Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto **puede afectar gravemente a núcleos urbanos o servicios esenciales,** o producir daños materiales o medioambientales muy importantes

CATEGORÍA B

Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar **daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas**

CATEGORÍA C

Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir **daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas.** En todo caso, a esta categoría pertenecerán todas las presas no incluidas en las categorías A ó B

ASPECTOS MÁS IMPORTANTES INCLUIDOS EN LA GUÍA TÉCNICA

Criterios generales de clasificación

Aspectos a analizar

- Riesgo potencial para vidas humanas. Población en riesgo
- Afecciones a servicios esenciales
- Daños materiales
- Daños medioambientales

Criterios básicos para el análisis de la rotura potencial

- Escenarios de rotura
- Forma y dimensiones de la brecha. Tiempo de rotura
- Datos básicos para el estudio de la propagación de la onda de avenida
- Estimación de riesgos aguas abajo

Metodología para el análisis de la rotura potencial

- Límite aguas abajo del estudio
- Escenarios de rotura. Metodología general

Métodos para el estudio de la formación y propagación de la onda de rotura

- Método completo
- Método simplificado de modelización
- Método simplificado de las curvas envolventes
- Método mixto hidrológico-hidráulico

DOCUMENTACIÓN A INCLUIR EN LA PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

INDICE

1.- PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA PRESA Y DEL EMBALSE

3.- CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE AGUAS ABAJO

4.- METODOLOGÍA APLICADA Y DATOS BÁSICOS

5.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS

- 5.1.- Resumen de resultados
- 5.2.- Afecciones
- 5.3.- Conclusiones

ANEXOS:

Anexo nº 1: Situación en planta de los perfiles transversales

Anexo nº 2: Perfiles transversales: Datos geométricos

Anexo nº 3: Listados del modelo SMPDBK

Anexo nº 4: Salidas gráficas del modelo SMPDBK

Anexo nº 5: Representación gráfica de perfiles transversales y lámina de agua

Anexo nº 6: Representación en planta de la llanura inundable

Anexo nº 7: Reportaje fotográfico

EXCMO. SR. PRESIDENTE DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO.

ASUNTO: Balsa para riego en el término municipal de Becedas (Avila) Propuesta de clasificación.

De conformidad con lo prescrito en el apartado cuarto de la Orden Ministerial del 12 de Marzo de 1996 (publicada en el B.O.E. de 30/03/96) por la que se aprueba el **REGLAMENTO TÉCNICO SOBRE SEGURIDAD DE PRESAS Y EMBALSES** y lo contenido en el apartado 3.5.1.3. de la **DIRECTRIZ BÁSICA DE PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL** aprobada por el Consejo de Ministros en su reunión de 9 de Diciembre de 1994, se propone a ese Organismo, para su informe y remisión a la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, la clasificación respecto al riesgo potencial que pueda derivarse de la posible rotura de la *Balsa para riego en el término municipal de Becedas (Avila)* en la **CATEGORÍA "Cº".**

Se acompaña la información que sustenta esta propuesta, de acuerdo con lo señalado en la Guía Técnica para la Clasificación de Presas en función del Riesgo Potencial, editada por esa Dirección General en Diciembre de 1995.

El Titular de la presa,Anexos:

CARACTERÍSTICAS DE LA PRESA Y DEL EMBALSE

CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE AGUAS ABAJO

METODOLOGÍA APLICADA Y DATOS BÁSICOS

RESULTADOS

2. CARACTERISTICAS DE LA PRESA Y DEL EMBALSE

a) **Identificación y Titular**

- Denominación: Balsa de riego en el término municipal de Becedas (Avila).
- Titular: Junta de Castilla y León
- Finalidad: Regadío.

b) **Situación**

- Cuenca hidrográfica: Duero
- Provincia: Avila
- Comunidad Autónoma: Castilla y León
- Situación: Plano 1:50.000 (SGE): Hoja 553
  Plano 1:25.000 (SGE): Hoja 553-IV

c) **Características del dique y órganos de desagüe**

- Tipología:
  de la presa: Presa de materiales sueltos
  del aliviadero: Aliviadero de labio fijo
- Cotas:
  del cauce: 1154,06 m
  de coronación: 1159,06 m
- Altura max. sobre el cauce: 5,00 m.
- Longitud de coronación: 405,00 m.
- Organos de desagüe: Aliviadero y desagüe de fondo.
- Caudales máximos:
  del aliviadero: 2,93 m^3/s

d) **Características del embalse**

· Volúmenes a la cota de

NMN: 36.500 m^3

Coronación: 45.249 m^3

· Superficie inundada a la cota de

N.M.N: 11.200 m^2

Coronación: 12.560 m^2

ROTURA DE LA BALSA DE NAVACEPEDA DE TORMES

- **EDIFICIOS**

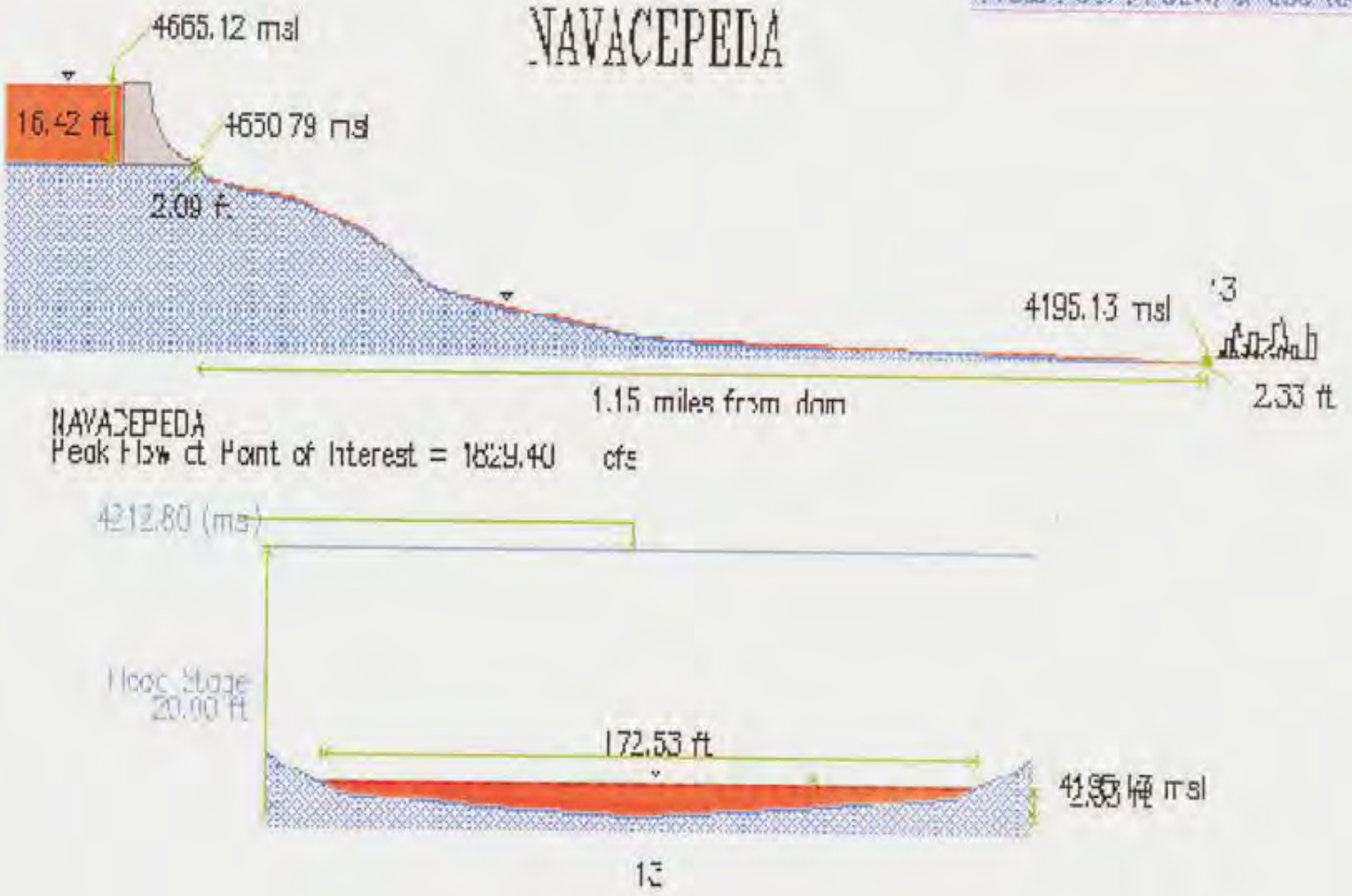
Posible afección	Perfil	Cota inundación (m.)	Cota afección (m.)	Calado de inundación en afección (m.)	Velocidad media (m/sg)	Observaciones
EDIFICIO 1. MOLINO	P-11/P-12	1283.50	1284.33	-	2.64	SIN AFECCIÓN
EDIFICIO 2. GRANJA	P-11/P-12	1283.50	1284.33	-	2.64	SIN AFECCIÓN
EDIFICIO 3. GRANJA	P-13	1278.68	1284.49	-	2.33	SIN AFECCIÓN

- **SERVICIOS**

Posible afección	Perfil	Cota inundación (m.)	Cota afección (m.)	Calado de inundación en afección (m.)	Velocidad media (m/sg)	Observaciones
CAMINO RURAL. PUENTE	P-13	1278.68	1284.63	-	2.33	SIN AFECCIÓN

Press F6UP, F6EN, or ESC to exit

NAVACEPEDA



3.- Aspectos específicos y problemática asociada a la seguridad de las balsas

Consideraciones generales (I)

- Las balsas son infraestructuras que en general han tenido, a lo largo de su historia, un buen comportamiento, nobleza y seguridad, aunque también han existido accidentes
- Requieren un correcto mantenimiento, el cuál está generalmente en manos de sus propietarios, y sin un adecuado asesoramiento
- En muchas ocasiones han sido proyectadas y construidas sin las exigencias de idoneidad y calidad que en el caso de las presas y sin ningún tipo de intervención por parte de la Admón., la cuál a veces desconoce su existencia
- Antigüedad de algunas de ellas sin haber pasado nunca revisión técnica de ningún tipo
- En algunos casos pueden existir riesgos superiores a los de algunas presas. El nivel de aceptación de riesgos también es superior, por lo que la probabilidad de que exista algún incidente negativo puede resultar más alta, dado su número tan elevado

Consideraciones generales (II)

- Su ubicación en lugares dominantes y la construcción de infraestructuras, urbanizaciones, etc. con posterioridad incrementa sustancialmente los daños potenciales en caso de fallo
- Existen balsas que debido a su tamaño, a sus características o a su emplazamiento deben ser objeto de vigilancia especial
- En otras muchas de tamaño reducido, emplazamiento y geotecnia favorables, las prescripciones existentes resultan excesivas para sus propietarios, por lo que las incumplen
- De la normativa existente actualmente en el ámbito de las presas, la más directamente aplicable a balsas serían:
  - Guía técnica para la clasificación de presas frente al riesgo potencial
  - Guía técnica para la elaboración de planes de emergencia en presas
  - Guía técnica para la elaboración de planes de emergencia en balsas

3.1.- Las propuestas de clasificación frente al riesgo potencial (I)

- La Guía Técnica existente está pensada y redactada para el ámbito de las presas
- Riesgos potenciales en lugar de daños potenciales
- La redacción de una propuesta de clasificación de una balsa puede resultar más difícil que la de una presa:
  - Posibilidad de rotura por diferentes zonas
  - No existencia de un cauce aguas abajo
- La rotura de una balsa impermeabilizada artificialmente y construida con material heterogéneo es muy diferente a la de una presa de materiales sueltos:
  - Diferente tipología
  - Tiempos de rotura superiores a los calculados
- Daños potenciales irán aumentando con el tiempo sin posibilidad de actuación. Cambio de categoría de la balsa, por lo que en este caso resulta conveniente proyectarlas como A o B.

3.1.- Las propuestas de clasificación frente al riesgo potencial (II)

- Donde sí se puede y se debe actuar es en reducir drásticamente la probabilidad de colapso, tratando de mantener adecuadamente todos sus elementos
- Necesidad de una Guía técnica específica para el caso de las balsas, o al menos introducción de algunos aspectos específicos en las propuesta de clasificación de balsas
- Posibilidad de contemplar esta realidad en las NTS

4.- Consideraciones sobre las propuestas de clasificación y su aplicación a balsas

A efectos burocráticos la clasificación simplemente es la justificación de la categoría de la presa o balsa.

Esta clasificación se puede realizar con gran detalle, calculando y representando mapas de inundación de todas las zonas afectadas e hipótesis, y sentando las bases para el posterior desarrollo del Plan de Emergencia, o justificando la clasificación mediante juicio ingenieril, y en todo caso empleando métodos simplificados justificados.





4.- Consideraciones sobre las propuestas de clasificación y su aplicación a balsas

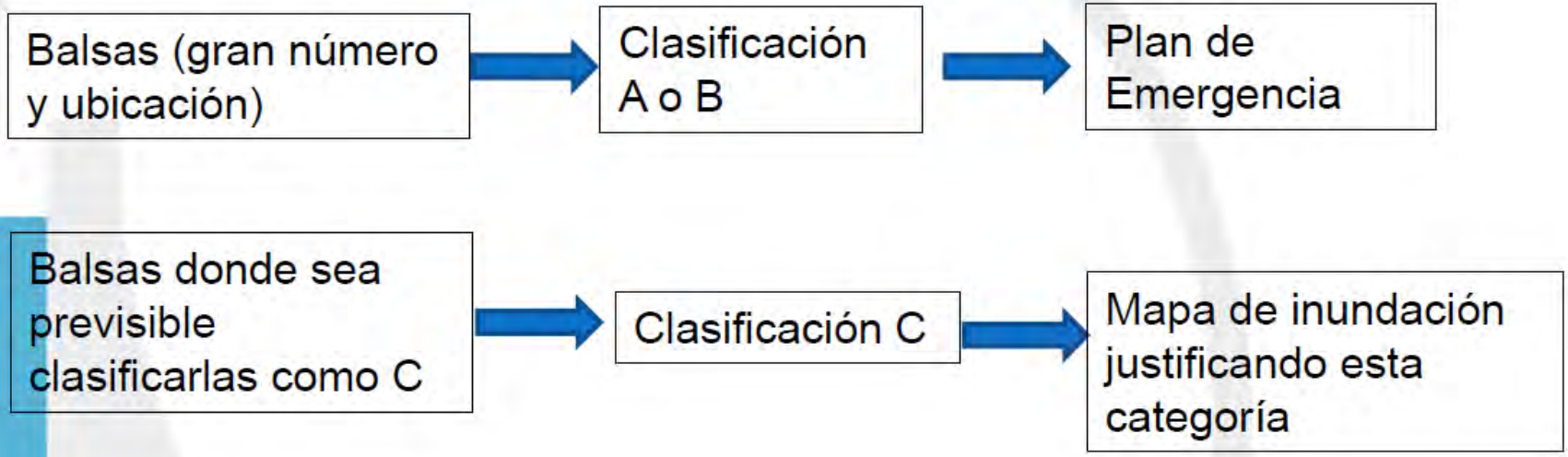
Sin embargo hay que señalar que en ciertos casos de presas importantes, su clasificación en la ***categoría A,*** *de acuerdo con los criterios señalados, será* ***obvia****, e, inmediatamente,* ***el juicio ingenieril*** *dispondrá de elementos suficientes para formular una* ***propuesta de clasificación basada solamente en planos topográficos existentes y en una visita al campo****. Esto ocurre por ejemplo cuando en la zona de inundación, en las proximidades de aguas abajo de la presa, existe un núcleo urbano que claramente resultaría afectado gravemente en el caso de una posible rotura de la presa.*

En los casos en que pueda existir alguna duda sobre esa afección, así como 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.*** *Con ello se comprobará la certeza de la afección en las de categoría A o la nula afección en las de categoría C****. En cualquier caso siempre se documentará y justificará la propuesta que se realice.”***

Tragsa Grupo

ATEBA Asociación Técnica Española de Balsas y Pequeñas Presas

4.- Consideraciones sobre las propuestas de clasificación y su aplicación a balsas



En los casos donde se vaya a realizar los mapas de inundación para balsas clasificadas como A o B, estos deberán ser realizados pensando en su utilización posterior en los Planes de Emergencia.

4.- Consideraciones sobre las propuestas de clasificación y su aplicación a balsas

Diferencias mas significativas respecto a las presas

A) Debido a la situación

La simulación de la rotura de una balsa presenta dificultades añadidas como:

- *Posibilidad de rotura por diferentes zonas que provocan inundación en diferentes áreas.*
- *Inundación de llanuras.*
- *Inundación en geometrías complicadas.*
- *Muy próximas entre sí y junto a zonas habitadas.*

B) Debido a su tamaño

C) Debido a su número

D) Debido a su forma de rotura.

Posibilidad de rotura por diferentes zonas

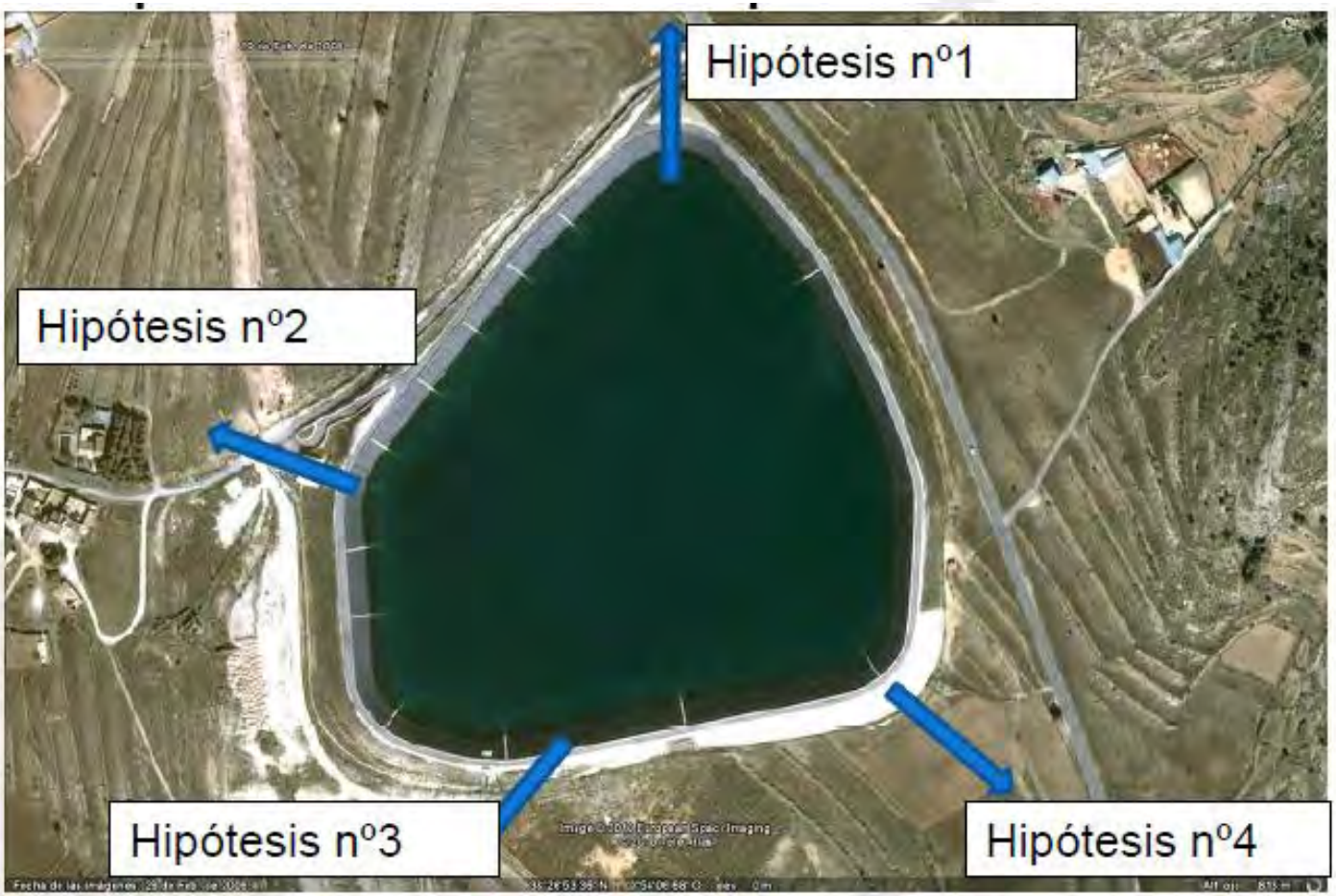
Habitualmente las balsas se encuentran situadas en puntos altos y collados de donde pueden partir una o varias vaguadas. Lo que origina el estudio de varias hipótesis de rotura.





Balsa de los cabezos en Villena (Alicante)

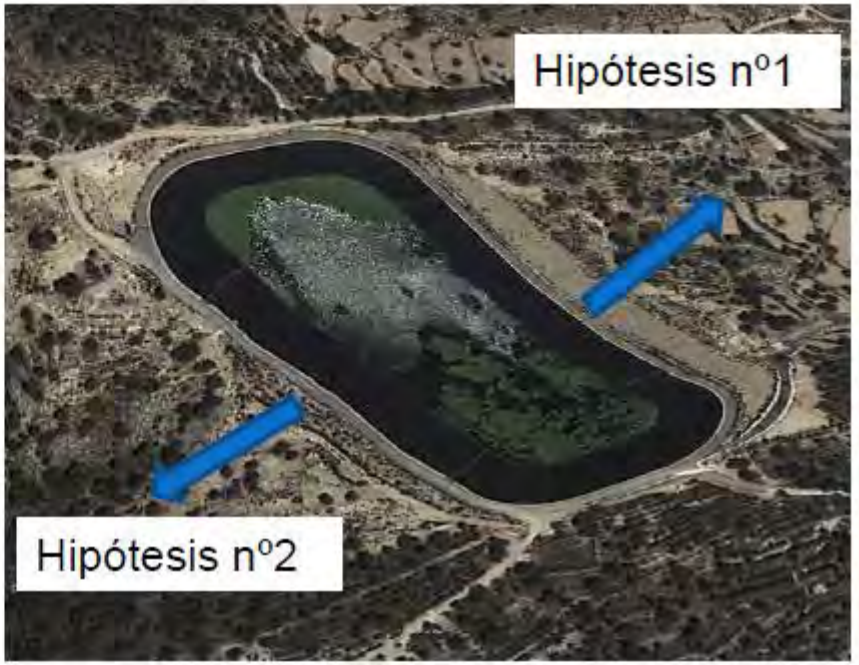
Posibilidad de rotura por diferentes zonas



Balsa del Toscar (Alicante)

Posibilidad de rotura por diferentes zonas







Inundación de llanuras

Caso de rotura de una presa

Las presas cuando rompen, la propagación de onda se suele realizar por cauces definidos y en la mayoría de los casos el análisis se puede realizar con modelos unidimensionales.

Caso de rotura de una balsa

En balsas es muy frecuente la propagación de onda en zonas donde el cauce no está definido, y donde sería conveniente el estudio con modelos bidimensionales. Generalmente estas zonas no han sufrido inundaciones a lo largo de su historia.

La topografía existente oficial suele estar a escala 1:10.000 y en algunas comunidades 1:5.000.

¿Es adecuado la utilización de modelos bidimensionales con topografías *"groseras"*?

Zonas inundables con geometrías complejas

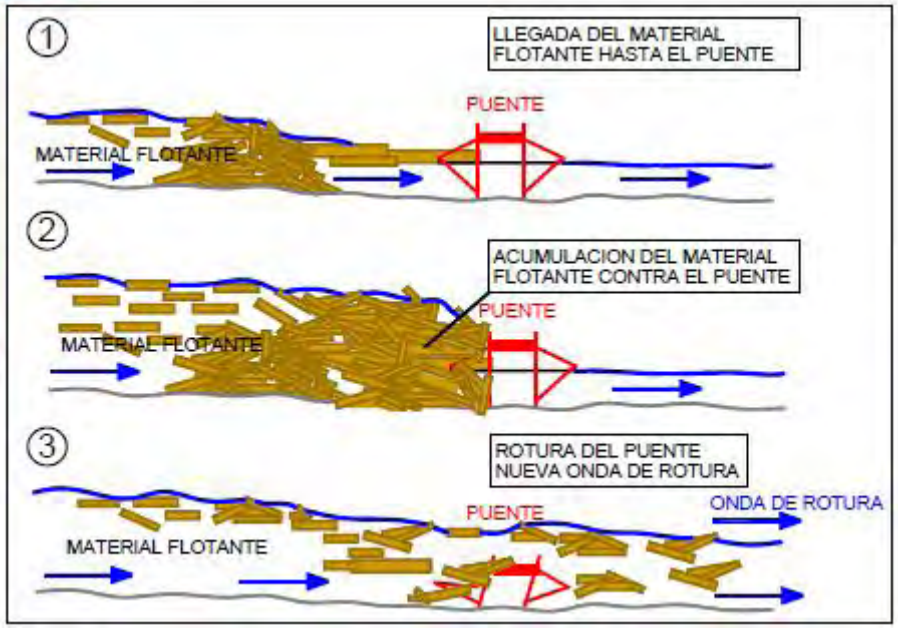


Planta general Balsa Mandem. *Se muestra la zona antes de la llegada al río. Esta zona tiene pendientes mayores del 10%. Para pendientes mayores que el 10%, las hipótesis y la formulación con la que trabajan muchos modelos deja de ser válida. Además se aprecia una rotura encadenada debido a la existencia de una balsa (Balsa "Los Patos").*

Zonas inundables con geometrías complejas







Es necesario prestar atención a este tipo de fenómenos difíciles de modelizar, pero que son muy importantes en situaciones reales de emergencia

Tragsa Grupo

ATEBA
Asociación Técnica Española de Balsas y Pequeñas Presas

Balsas muy próximas entre sí y junto a zonas habitadas



El nº de balsas existentes en España está entre 50.000 y 100.000, siendo la gran mayoría A o B, ¿es factible la utilización de modelos sofisticados y el gasto de recursos que ello conlleva?

Tragsa Grupo

ATEBA
Asociación Técnica Española de Balsas y Pequeñas Presas

D) Debido a su forma de rotura

- **Caudales de entrada en las balsas son controlados**
  - La rotura por sobrevertido es improbable
  - La rotura más probable es debido a **erosión interna o tubificación**, si no se dispone de las medidas de seguridad adecuadas (dren chimenea, dren pantalla, drenes perimetrales, desagüe de emergencia, etc….)

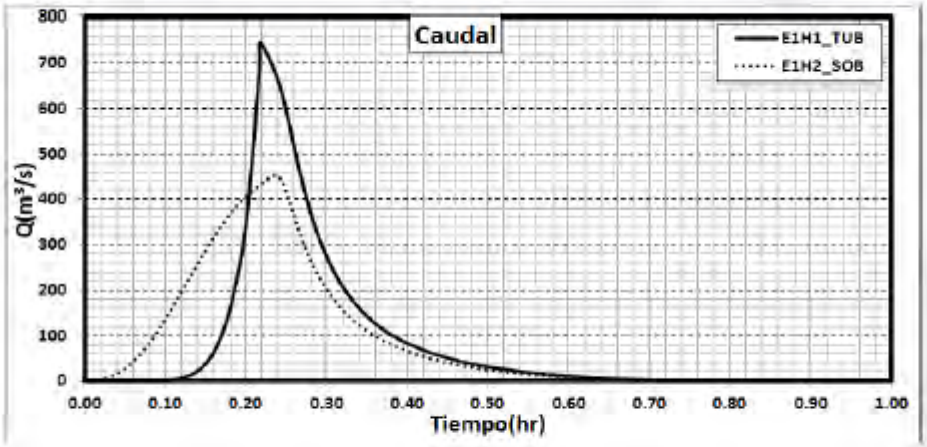
- **Si la balsa dispone de elementos de seguridad: dren chimenea, drenes interiores de detección y desagüe de fugas, desagüe de emergencia, aliviadero holgado, etc., ¿la rotura se producirá por tubificación o por sobrevertido?**

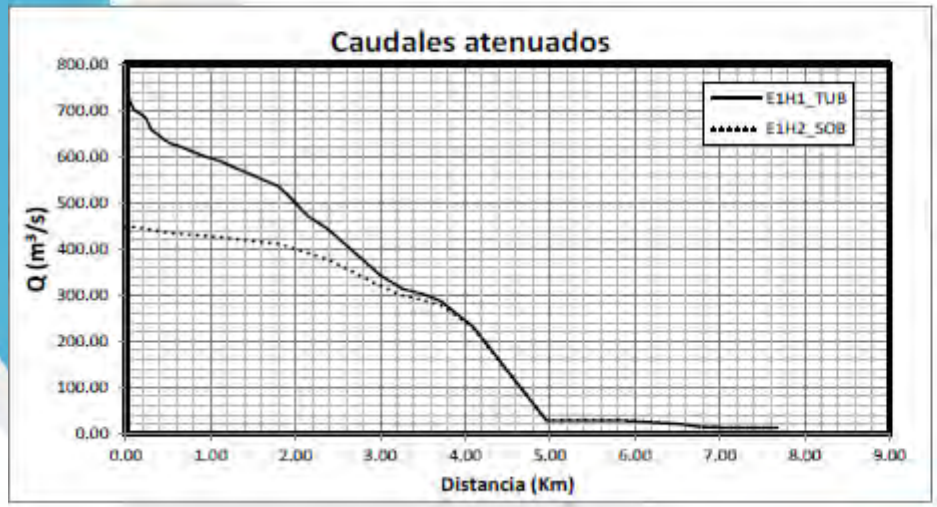
Una forma de resolver esta cuestión podría ser:

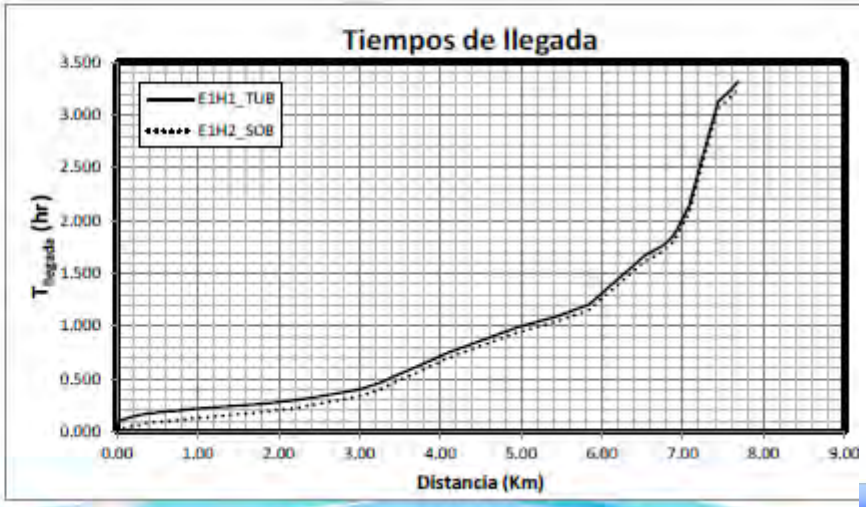
- Analizar la rotura por sobrevertido en aquellas balsas que dispusieran de mecanismos de seguridad suficientes
- Analizar la rotura por tubificación en aquellas balsas que no dispusieran de estos mecanismos (la mayoría).

FORMA DE ROTURA

Comparación entre sobrevertido y tubificación:







Tragsa Grupo

ATEBA
Asociación Técnica Española de Balsas y Pequeñas Presas

5.- Mantenimiento y vigilancia

Vigilancia de las balsas

La vigilancia, es la observación continuada y atenta del comportamiento de la balsa en uno o varios aspectos o en su totalidad

Se realizará:

- *Durante la **primera puesta en servicio**, comprobándose el buen comportamiento de la balsa y en su caso los defectos de la misma según ha quedado finalmente construida.*
- *Durante la **vida de la balsa** se enfocará a varios aspectos:*
  - **Al mantenimiento**, conservando en buen estado la balsa y todos y cada uno de sus elementos, además del buen funcionamiento del conjunto.
  - **A la seguridad**, centrándose en aquellos comportamientos de la balsa cuya evolución pueda dar lugar al colapso de la obra.

Vigilancia de mantenimiento

Comprobación del correcto funcionamiento general de la balsa, efectuándose la revisión por el personal que habitualmente se encuentra al pie de balsa

Inspecciones de seguridad

Realización de visitas de inspección a lo largo de la vida de la balsa, con la emisión de un informe

- Estas visitas no se realizaran por el personal encargado de las instalaciones, sino por personal con experiencia.
- Las inspecciones de seguridad deben realizarse por los siguientes motivos:
  - A solicitud del equipo de explotación de la balsa ante la observación de alguna incidencia.
  - Periódicamente para comprobar que la balsa mantiene su nivel de seguridad.

Inspección visual, sencilla y descriptiva, con pronunciamiento del estado de cada una de las partes que componen la obra y del estado general.

Tras la visita, si se cree necesario y de modo excepcional, se puede realizar medidas de auscultación complementarias, según la opinión del personal encargado del informe.

Inspección visual de toda la balsa.



Recorrido del camino de coronación, en la zona del terraplén.





Inspección de las geomembranas u otros elementos de impermeabilización. Juntas.

Se realizará por dos personas con chaleco salvavidas, cuerdas, arneses, flotadores, etc., quedando una siempre en coronación, atada y en constante comunicación con el centro de control, que permita, frente a una caída fortuita, resolver la incidencia sin mayores consecuencias.



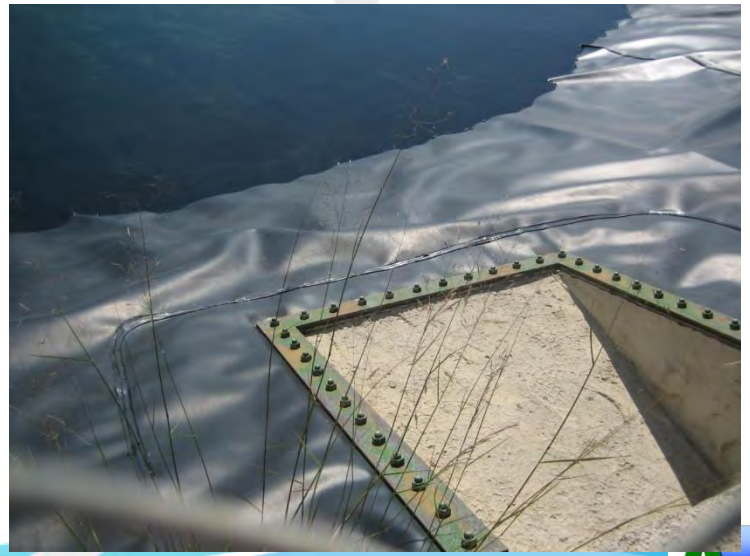




Pletinas de anclaje







Anclaje de la lámina impermeable











Inspección del pie de talud del terraplén, observando la posible salida del dren chimenea, dren de pie.







Inspección del talud del terraplén.



Comprobación del funcionamiento de todas las válvulas y estado en el que se encuentran las conducciones.







Inspección del aliviadero









Inspección y comprobación del funcionamiento de las obras de entrada





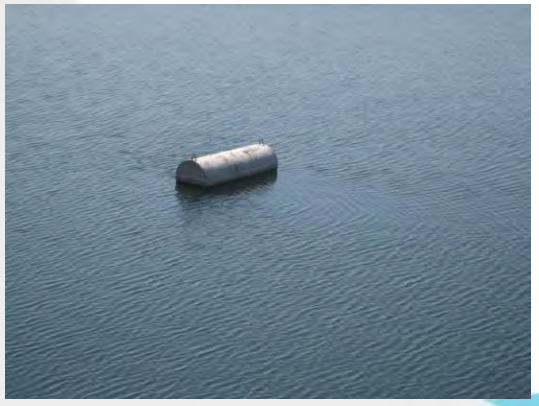




Inspección de obras de toma









Inspección de drenajes, canales, cunetas y conducciones de evacuación de escorrentías.





Estado de los caminos de acceso a la balsa





Nivel del agua en la balsa el día de la inspección.





Revisión del drenaje de la balsa y de la doble conducción, galería visitable y cámara de válvulas, que aloja la valvulería y las conducciones de fondo de la balsa.

Para poder interpretar los caudales drenados, apuntar el tiempo que hacía el día de la inspección (Sol, Lluvia, granizo, nieve,..)







Comprobación de la aireación de la galería visitable y cámara de válvulas





Comprobación del funcionamiento de los automatismos.







Existencia y estado de rampa de acceso al interior de la balsa





Existencia y estado de los elementos de salida de personas y animales de la balsa.











Estado del cerramiento de la balsa para evitar entrada de personas







Una vez realizada toda la revisión a la balsa y a los elementos que la componen, se elaborará un informe fechado del reconocimiento con vistas a su utilización en posteriores análisis y revisiones.

Si se observase cualquier comportamiento no habitual, comunicar inmediatamente a un equipo técnico de mayor cualificación, con experiencia, que actuaría por delegación de los propietarios. Este equipo estudiará los puntos débiles o críticos de la balsa.

Seguridad del personal encargado de la explotación de la balsa (casos de personas que han fallecido ahogadas en las balsas). Esto es debido a que la superficie de las geomembranas, sobre todo si se encuentran húmedas, hacen que sea imposible salir de la balsa.

FICHA INSPECCIÓN

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA:
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCION SAT C.R. San Pascual de Elche.
INSPECCION Nº: 1
FECHA: 22-06-10

TIPO DE INSPECCION: INSPECCION DE SEGURIDAD

PERSONAS PRESENTES	FILIACION	CONTACTO
JOSE LUIS NIETO MARTIN	TRAGSATEC	913226113
BELEN MARTIN PEÑA	TRAGSATEC	913226114
JAIME	SAT de San Pascual de Elche.	686862243

CONDICIONES CLIMATOLOGICAS:
☐ LLUVIOSO ☐ NUBOSO+LLOVIZNA ☐ NUBOSO ☐ PARCIALMENTE NUBOSO ☒ SOLEADO

COMENTARIOS:

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA:
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCIÓN SAT SAN PASCUAL DE ELCHE
INSPECCION Nº: 1
FECHA: 22-06-10

1.-DATOS GENERALES (información existente en la ficha técnica, actualizar en caso necesario)

NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCIÓN SAT. SAN PASCUAL DE ELCHE.
MUNICIPIO: MONFORTE DEL CID. **COORDENADAS UTM:** (;)
AÑO CONSTRUCCION: ≃ 1994 **EMPRESA CONSTRUCTORA:**
PROYECTISTA: **DIRECTOR DE LA OBRA:**

ENTIDAD EXPLOTADORA: SAT SAN PASCUAL DE ELCHE.
NOMBRE CONTACTO CON ENTIDAD EXPLOTADORA: JAIME
TELEFONO CONTACTO: 686 86 2243

AREA CORONACION(m²): **PROFUNDIDAD TOTAL(m):** ≃ 10,00 m
RESGUARDO(m): 0,50 **CAPACIDAD UTIL(m³):** ≃ 70.000 m³
COTA CORONACIÓN: **COTA FONDO(m):**
LONGITUD TOTAL CORONACIÓN (m): **ANCHO CORONACIÓN(m):** 3,60 m
TALUD EXTERIOR: V: H **TALUD INTERIOR:** V: H

USO ACTUAL DE LA BALSA: REGADIO

INFORMACION SOBRE LA BALSA

TIPO DE INFORMACION	LUGAR	OBSERVACIONES

COMENTARIOS:

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA: **INSPECCION Nº:** 1
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCIÓN SAT SAN PASCUAL DE ELCHE **FECHA:** 22-06-10

2.- CUESTIONES A LA ENTIDAD EXPLOTADORA:

	SI	NO	NO SABE	ACLARACIONES
Información sobre el proyecto (planos, proyecto, detalles, etc...)	☐	☒	☐	
Manual de Mantenimiento y Explotación	☐	☒	☐	
Plan de Emergencia	☐	☒	☐	
Inventario y detalles de modificaciones	☐	☒	☐	
Archivo de Inspecciones rutinarias	☐	☒	☐	
Archivo de Mantenimiento rutinario	☐	☒	☐	
Historial de incidencias:	☐	☒	☐	

Acceso con buen tiempo ☒ Accesible ☐ No accesible ☐ Con coche Normal ☒ Con Vehículo todoterreno

Acceso durante lluvias fuertes o funcionamiento anómalo de la balsa ☒ Accesible ☐ No accesible ☐ Con coche Normal ☒ Con Vehículo todoterreno

COMENTARIOS:

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA: **INSPECCION Nº:** 1
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCION SAT. SAN PASCUAL DE ELCHE **FECHA:** 22-06-10

3.- EXPLOTACION

Lámina de agua: 65.000 m³

Operación típica: ☒ Balsa siempre llena ☐ Balsa con regulación anual ☐ Balsa con regulación mensual ☐ Balsa con regulación semanal ☐ Balsa con regulación diaria

Otros:

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA: **INSPECCION Nº:** 1
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCIÓN. SAT. SAN PASCUAL DE ELCHE **FECHA:** 22-06-10

4.- TALUD INTERIOR:

IMPERMEABILIZACION

Tipo de impermeabilización: ☐ PVC ☒ PEAD ☐ Caucho butilo ☐ PEAB ☐ EPDM ☒ Dispone de Geotextil ☐ Arcilla ☐ Núcleo de Arcilla ☐ Asfalto

Otros:

Aspecto General: ☒ En buen estado ☒ En buen estado con reparaciones ☐ Aspecto Regular ☐ Aspecto Deficiente

Seguimiento del comportamiento de la geomembrana ☐ SI ☒ NO ☐ NO SABE

☒ La impermeabilización del talud interior de la balsa ~~no~~ ha sido inspeccionada.
☒ La impermeabilización del talud interior de la balsa parece estar en buenas condiciones, no siendo necesario ninguna acción correctora en este momento.
☐ La impermeabilización del talud interior de la balsa parece no estar en la mejores condiciones, siendo necesario acciones correctivas.
☐ La impermeabilización del talud interior de la balsa está en malas condiciones, siendo necesario acciones correctivas urgentes.

Acciones correctoras:

☐ La impermeabilización necesita reparaciones. Descripción:
☐ La impermeabilización debe ser analizada en toda su extensión en busca de posibles anomalías y/o mal funcionamiento.
☐

COMENTARIOS:

ANCLAJES ~~NO~~

Estado General: No hay anclajes de talud. Anclaje de coronación, con zanja enterrada con zuncho de hormigón (0,15 x 0,35 m)

☒ Los anclajes ~~no~~ han sido inspeccionados.
☒ Los anclajes parecen estar en buenas condiciones, no siendo necesario acciones correctivas.
☐ Los anclajes no parecen estar en las mejores condiciones de funcionamiento, siendo necesario acciones correctivas.
Descripcion:
☐ Los anclajes se encuentran en malas condiciones de funcionamiento, siendo necesario acciones correctivas:
Descripción:

COMENTARIOS:

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA: INSPECCION Nº: 1
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCIÓN. SAT. SAN PASCUAL DE ELCHE FECHA: 22-06-10

5.- CORONACION

Anchura Coronación: 3,60 m

Tipo de firme: ☐ Aglomerado en frío ☐ Asfalto ☐ Material granular ☒ Terreno natural ☐ Zahorra ☐ Zahorra artificial ☐ Zahorra natural ☐ Zahorra y aglomerado ☐ Otros

Observaciones:

☒ La coronación ~~no~~ ha sido inspecciona.
☒ La coronación parece estar en buenas condiciones, no siendo necesario la toma de medidas correctoras.
☐ En la coronación existe vegetación que impide la correcta inspección.
☐ En la coronación existen grietas y asientos que deberían ser analizados
☐ La coronación no parece estar en las mejores condiciones, siendo necesario la toma de medidas correctoras.
Descripción:

☐ La coronación está en malas condiciones, siendo necesario la toma de medidas correctoras.
Descripción:

COMENTARIOS:

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA:
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCIÓN. SAT. SAN PASCUAL DE ELCHE
INSPECCION Nº: 1
FECHA: 22-06-10

6.- TALUD EXTERIOR

Hay aporte de tierra vegetal:	☐ SI	☒ NO	☐ NO SABE	
Hay plantas herbáceas:	☒ SI	☐ NO	☐ NO SABE	TIPO:
Hay plantas leñosas:	☒ SI	☐ NO	☐ NO SABE	TIPO: PINOS (3)
Existe Riego:	☐ SI	☒ NO	☐ NO SABE	TIPO:
Existen cárcavas:	☐ SI	☒ NO	☐ NO SABE	TIPO:
Existen desprendimientos: de piedras en el talud ext. desmonte	☒ SI	☐ NO	☐ NO SABE	TIPO: PIEDRAS

Observaciones:

☒ El talud exterior no ha sido inspeccionado.
☐ El talud exterior parece estar en buenas condiciones, no siendo necesario la toma de medidas correctoras.
☒ En el talud exterior existen desprendimientos ~~que deberían analizarse~~.
Descripción: Retirada de piedras por ser terreno caliza

☐ En el talud exterior existen deslizamientos que deberían analizarse.
Descripción:

☒ En el talud exterior existe vegetación que impide la correcta inspección de la misma.
Descripción:

☐ En el talud exterior existe vegetación asociada a posibles humedades que debería analizarse.
Descripción:

☐ El talud exterior no parece estar en las mejores condiciones, siendo necesario la toma de medidas correctoras.
Descripción:

☐ El talud exterior está en malas condiciones, siendo necesario la toma de medidas correctoras.
Descripción:

COMENTARIOS: En el talud ext. existen 3 pinos de gran porte en la parte sup. que deberán retirarse para evitar vuelcos y posteriores deslizamientos.

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA:
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCIÓN SAT. SAN PASCUAL DE ELCHE
INSPECCION Nº: 1
FECHA: 22-06-10

7.- DRENES DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

DREN CHIMENEA:

Existe dren chimenea: ☐ SI ☒ NO ☐ NO SABE

☐ El dren chimenea no ha sido inspeccionado.(Salida al exterior de la rama horizontal).
☐ Se detectan filtraciones.

COMENTARIOS:

DREN DE PIE:

Existe dren de pie: ☐ SI ☒ NO ☐ NO SABE

☐ El dren de pie no han sido inspeccionado.
☐ Se detectan filtraciones.

COMENTARIOS:

OTROS TIPO DE DRENES:

Descripción:

Condiciones:

Acciones correctoras:

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA: **INSPECCION Nº:** 1
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCION SAT SAN PASCUAL DE ELCHE **FECHA:** 22-06-10

8.- ELEMENTOS DE ENTRADA

Nº de entradas: 1

Tipo de entrada: tubería ϕ 300mm acero a la entrada de la balsa. A lo largo de la conducción es de fibrocemento y hormigón armado.

Descripción entrada: Entrada por coronación, vierte directamente sobre talud.

- [x] Los elementos de entrada se han sido inspeccionados.
- [x] Los elementos de entrada se han visto en funcionamiento.
- [x] Los elementos de entrada parecen estar en buenas condiciones, no siendo necesario la toma de medidas correctoras.
- [ ] Los elementos de entrada no parecen estar en condiciones óptimas de funcionamiento, siendo necesario la toma de medidas correctoras.
  Descripción:

- [ ] Los elementos de entrada están en malas condiciones de funcionamiento, siendo necesario la toma de medidas correctoras.
  Descripción:

Acciones correctoras:

- [ ] Los elementos de entrada necesitan mantenimiento y/o reparaciones. Descripción:
- [ ]

COMENTARIOS:

FICHA DE INSPECCION DE BALSAS

ID BALSA: **INSPECCION Nº:** 1
NOMBRE BALSA: BALSA DISTRIBUCIÓN SAT SAN PASCUAL DE ELCHE **FECHA:** 22-06-10

9.- ELEMENTOS DE SALIDA, DESAGÜE DE EMERGENCIA Y DRENAJE

ELEMENTOS DE SALIDA

Nº de salidas: 1

Tipo de salidas: tubería ϕ 300mm acero

Descripción salida: Salida tubería en una arqueta de rotura.
Salida de la balsa en pico de flauta.

- [x] Los elementos de salida se han sido inspeccionados.
- [x] Los elementos de salida se han visto en funcionamiento.
- [x] Los elementos de salida parecen estar en buenas condiciones, no siendo necesario la toma de medidas correctoras.
- [ ] Los elementos de salida no parecen estar en condiciones óptimas de funcionamiento, siendo necesario la toma de medidas correctoras.
  Descripción:

- [ ] Los elementos de salida están en malas condiciones de funcionamiento, siendo necesario la toma de medidas correctoras.
  Descripción:

Acciones correctoras:

- [ ] Los elementos de salida necesitan mantenimiento y/o reparaciones. Descripción:
- [ ]

COMENTARIOS:

GENERALITAT VALENCIANA

CONSELLERIA DE MEDIO AMBIENTE, AGUA, URBANISMO Y VIVIENDA.
Dirección General de Agua

DOCUMENTO DE INSPECCIÓN DE SEGURIDAD DE BALSAS DE RIEGO

NOMBRE BALSA: SIERRA DE LAS AGUILAS

ENTIDAD DE RIEGO EXPLOTADORA: C. R. DE MONFORTE DEL CID

CÓDIGO IDENTIFICACIÓN BALSA: 871_56_88_01

T.M: MONFORTE DEL CID

PROVINCIA: ALICANTE

7 de JULIO de 2010

Índice

1 OBJETO.- 4
2 ALCANCE.- 4
3 EQUIPO DE INSPECCIÓN.- 4
4 REPRESENTANTES DE LA ENTIDAD EXPLOTADORA.- 4
5 AUTORES DEL INFORME DE INSPECCIÓN.- 5
6 NÚMERO DE INSPECCIÓN REALIZADA, ACTUALIZACIÓN Y MODIFICACION DE LA INSPECCIÓN U OTROS DOCUMENTOS.- 5
7 FECHA DE LA INSPECCIÓN.- 5
8 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA BALSA.- 5
9 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DEL DIA DE LA VISITA 6
10 DEFINICIONES.- 6
11 ASPECTO GENERAL DE LA BALSA.- 7
12 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.- 7
13 EXPLOTACIÓN VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO DE LA BALSA.- 8
14 PROCEDENCIA Y CALIDAD DE LAS AGUAS.- 8
15 SECCIÓN TRANSVERSAL.- 8
16 ELEMENTOS INSPECCIONADOS.- 8
16.1 ACCESOS.- 8
16.2 TIPO DE ALOJAMIENTO DE LAS CONDUCCIONES EN EL DIQUE.- 9
16.3 ORGANOS DE ENTRADA.- 9
16.4 ORGANOS DE SALIDA. 11
16.4.1 ALOJAMIENTO.- 11
16.4.2 CONDUCCIONES DE SERVICIO Y EMERGENCIA- 11
16.4.3 VALVULERIA.- 12
16.5 DRENAJE.- 13
16.5.1 DRENAJES DE VASO.- 13
16.5.2 DRENES DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.- 14
16.6 ALIVIADERO.- 14
16.7 NIVEL DE LLENADO.- 15
16.8 TALUD INTERIOR (PANTALLA IMPERMEABILIZANTE).- 16
16.8.1 ASPECTO DE LA IMPERMEABILIZACIÓN.- 16

16.8.2 LASTRES.- ... 16
16.9 TALUD EXTERIOR.- ... 17
16.10 PIE DEL TALUD.- ... 18
16.11 CORONACIÓN.- ... 18
16.12 OBRAS COMPLEMENTARIAS ... 19
16.12.1 RAMPA DE ACCESO AL FONDO.- ... 19
16.12.2 ELEMENTOS SALIDA DE PERSONAS Y/O ANIMALES ... 19
16.12.3 ELEMENTOS DE EVACUACIÓN DE ESCORRENTÍAS; CUNETAS ... 20
16.12.4 OTRAS OBRAS ... 20
17 ILUMINACIÓN, AUTOMATISMOS Y TELEMANDOS ... 21
18 INCIDENCIAS, REPARACIONES Y ACTUACIONES ... 21
19 COMENTARIOS ADICIONALES.- ... 22
FICHA DE INSPECCIÓN DE CAMPO.- ... 23

CÓDIGO IDENTIFICACIÓN BALSA: 871_56_88_01
NOMBRE BALSA: SIERRA DE LAS ÁGUILAS

INFORME DE INSPECCIÓN

1 OBJETO.-

El presente informe de inspección resume los trabajos llevados a cabo durante la visita realizada a la balsa, centrándose en los puntos relacionados con su seguridad dando una serie de recomendaciones a la entidad explotadora.

Al mismo tiempo, se realiza la ficha técnica, que consiste en la definición de todos los elementos de la balsa y que incluye:

- Descripción de la balsa y sus características.
- Planos de planta general.
- Croquis y/o fotografías de los distintos elementos.

2 ALCANCE.-

La visita se centra en la inspección visual de las distintas partes de la balsa:

- Coronación.
- Talud interior.
- Talud exterior.
- Taludes en desmonte.
- Cunetas.
- Órganos de entrada.
- Aliviaderos.
- Aspecto de la geomembrana.
- Órganos de salida.
- Drenajes.

3 EQUIPO DE INSPECCIÓN.-

ORGANISMO	NOMBRE
TRAGSATEC	Rubén Millán Fernández
TRAGSATEC	José Luis Nieto Martín

4 REPRESENTANTES DE LA ENTIDAD EXPLOTADORA.-

CARGO	NOMBRE
Encargado de la explotación	Pepe Miralles

5 AUTORES DEL INFORME DE INSPECCIÓN.-

ORGANISMO	NOMBRE
TRAGSATEC	Rubén Millán Fernández
TRAGSATEC	José Luis Nieto Martín

6 NÚMERO DE INSPECCIÓN REALIZADA, ACTUALIZACIÓN Y MODIFICACION DE LA INSPECCIÓN U OTROS DOCUMENTOS.-

Se trata de la primera visita de inspección.

Se realiza la ficha técnica.

7 FECHA DE LA INSPECCIÓN.-

15 de Junio de 2010

8 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA BALSA.-

TIPOLOGIA	TIERRA HOMOGÉNEA
CAPACIDAD (m^3)	1050.000
AÑO DE PUESTA EN SERVICIO	1987
IMPERMEABILIZACIÓN	P.E.A.D.
PROFUNDIDAD (m)	22,0
ALTURA MÁXIMA SOBRE CIMIENTOS (m)	12
ANCHO DE CORONACIÓN (m)	7,50 (en zona de dique terraplenado)
PENDIENTE TALUD INTERIOR	2H/1V (*)
PENDIENTE TALUD EXTERIOR	2,5H/1V (*)

(*)→ Según datos de proyecto original.

CÓDIGO IDENTIFICACIÓN BALSA: 871_56_88_01
NOMBRE BALSA: SIERRA DE LAS ÁGUILAS



Foto 1. Vista general de la balsa.

9 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DEL DIA DE LA VISITA

TEMPERATURA ºC	18
VIENTO	CALMA
TIEMPO	PARCIALMENTE NUBOSO

10 DEFINICIONES.-

La descripción de cada elemento se cataloga con los siguientes términos:

- Correcto: El elemento inspeccionado se encuentra en buen estado.
- Incorrecto: El elemento inspeccionado se encuentra en mal estado.
- Desconocido: no se ha podido recabar información sobre el elemento inspeccionado.
- Seguimiento: el elemento visitado necesita ser inspeccionado con frecuencia a efectos de observar su evolución.
- Aceptable: el elemento inspeccionado presenta un estado que se puede admitir pero necesita un seguimiento de su evolución y/o mantenimiento.

11 ASPECTO GENERAL DE LA BALSA.-

Tras la visita realizada, en la cual se han inspeccionado visualmente las distintas partes de la balsa, se puede resumir que la balsa presenta un aspecto global

CORRECTO.

12 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.-

1. Se aconseja la limpieza del canal y de la arqueta pertenecientes a la obra de entrada de aguas de escorrentía para que mantenga su funcionalidad y continuar su mantenimiento a lo largo de la vida útil de la balsa.
2. Seguimiento del material fundido en las uniones realizadas entre de la lámina impermeable y los elementos de hormigón como el aliviadero y la arqueta de entrada de agua procedente de escorrentía.
3. Comprobación de la capacidad de evacuación de los desagües de fondo, así como su correcto funcionamiento y estado de las válvulas Howell Bunger, sin la existencia de pérdidas.
4. Medir las filtraciones del drenaje, realizándose un seguimiento periódico, registrándose también la pluviometría y nivel de la balsa. Si existiese un aumento significativo de caudal proceder al vaciado de la balsa. Además se debería realizar una analítica del agua filtrada y de la embalsada para compararlas, saber su procedencia y ver si existe arrastre de sólidos. En los momentos de explotación con cota de lámina de agua baja, intentar detectar las zonas con deterioro de la lámina de impermeabilización para proceder a su reparación.
5. Comprobación de la capacidad de evacuación del aliviadero existente y del resguardo actual de la balsa teniendo en cuenta el oleaje que se produce debido al viento y las tormentas que descargan sobre la balsa. Si el aliviadero no tuviera capacidad suficiente de evacuación, se ejecutarán las adaptaciones oportunas para conseguir desaguar el caudal necesario.
6. Es recomendable mantener limpio el aliviadero, ante un potencial uso.
7. Se aconseja hacer un seguimiento de la lámina para detectar un posible envejecimiento o deterioro por existencia de depósitos salinos.
8. Se recomienda realizar, cuando los condicionantes de explotación lo permitan, nuevos anclajes de talud en la zona norte de balsa ya que se encuentran deteriorados de forma que se eviten los fenómenos de succión producidos por el viento.
9. Seguimiento de la oxidación de todos los elementos metálicos en contacto con el agua.

CÓDIGO IDENTIFICACIÓN BALSA: 871_56_88_01
NOMBRE BALSA: SIERRA DE LAS ÁGUILAS

13 EXPLOTACIÓN VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO DE LA BALSA.-

La C.R. de Monforte del Cid dispone de personal para encargarse de la explotación, mantenimiento y vigilancia de la balsa, entre cuyas labores se encuentra:

1. Inspección de los drenes.
2. Inspección de las distintas partes que conforman la obra.
3. Comprobación del funcionamiento de las válvulas.
4. Mantenimiento de las conducciones y distintas partes de la balsa.

14 PROCEDENCIA Y CALIDAD DE LAS AGUAS.-

Las aguas proceden de la escorrentía de las laderas colindantes y de la explotación de unos pozos existentes en la localidad de Biar.

15 SECCIÓN TRANSVERSAL.-

La sección transversal es la de un dique homogéneo de tierra, siendo el talud exterior 2H/1V, y el interior 2,5H/1V .

16 ELEMENTOS INSPECCIONADOS.-

16.1 ACCESOS.-

Los accesos a la balsa se encuentran en buen estado, construidos con el material de la zona, y un extendido superior de zahorra. Se puede acceder mediante vehículo convencional, siendo necesario todo terreno cuando existan fuertes lluvias. Por tanto su estado correcto.

El acceso a la caseta de válvulas se realiza mediante un camino asfaltado, pudiéndose acceder con vehículo convencional, siendo su estado correcto.



Foto 2. Vista del camino de acceso a la caseta de válvulas.

16.2 TIPO DE ALOJAMIENTO DE LAS CONDUCCIONES EN EL DIQUE.-

Las conducciones de servicio y emergencia, se encuentran alojadas en el interior de una galería visitable, que se encuentra en un estado correcto.



Foto 3.- Vista general de la galería visitable.-

16.3 ORGANOS DE ENTRADA.-

La entrada principal de agua a la balsa procedente de los pozos de Biar, se realiza por el fondo y están compuestos por dos tuberías de acero de ∅500 mm. Dicha entrada se realiza a través de la galería visitable, y son tuberías reversibles que pueden ser empleadas tanto para la entrada de agua como para la toma. Su estado es correcto.

La entrada de agua procedente de escorrentía se encuentra localizada en la ladera oeste de la balsa. El agua circulante por la ladera llega a un depósito de hormigón de unos 2,5 metros de anchura, que realiza las funciones de retención de sólidos y desarenador, circulando el agua a través de pequeños orificios en el muro. Si el caudal es intenso, el agua se vertería por encima del muro del depósito. Tras él se encuentra otro deposito de donde parten 3 tuberías de hormigón de ∅500 mm que pasan bajo el camino de coronación desaguando a una arqueta de hormigón ubicada en el interior de la balsa, cuya función es evitar que algún sólido que haya podido superar las anteriores barreras se quede retenida aquí y no acceda a la balsa. A continuación, el caudal de entrada vierte directamente sobre la lámina que impermeabiliza la balsa.

El estado en el que se encuentra esta obra es correcto.

CÓDIGO IDENTIFICACIÓN BALSA: 871_56_88_01
NOMBRE BALSA: SIERRA DE LAS ÁGUILAS



Foto 4. Ladera de escorrentía.



Foto 5. Deposito de retención de sólidos.



Foto 6. Tubos de paso bajo camino coronación.

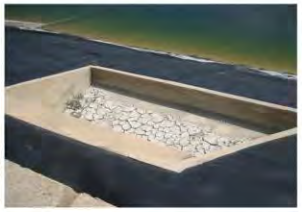


Foto 7. Arqueta ubicada en el interior de la balsa.

Sin embargo se aconseja la limpieza del canal y de la arqueta para que mantenga su funcionalidad y continuar su mantenimiento a lo largo de la vida útil de la balsa. Además, la unión de la tela con el hormigón está realizada mediante aportación de material fundido, por la que se recomienda un seguimiento del estado de dicha unión.



Foto 8.- Unión mediante aporte de material de la lámina con el hormigón.

16.4 ORGANOS DE SALIDA.

16.4.1 ALOJAMIENTO.-

Las conducciones de toma y desagüe de fondo, que además se corresponden con las tuberías de entrada ya que son reversibles según actuación de las válvulas, salen por el fondo de la balsa alojadas en el interior de la galería visitable. Su estado es correcto.

16.4.2 CONDUCCIONES DE SERVICIO Y EMERGENCIA-

Las dos conducciones de toma son las mismas que las tuberías de entrada y son de acero de Ø500 mm. Se encuentran en estado correcto.

Existen dos desagües de emergencia que están conectados a las dos tuberías de toma de la balsa. Son de Ø500 mm y tienen válvulas Howell Bunger a su salida. Dichas válvulas no se han visto en funcionamiento por lo que su estado es desconocido. A continuación de las válvulas de chorro hueco existen unos canales que están llenos de agua. A priori parece ser que este agua acumulada se corresponde con los caudales recogidos por los drenajes de la balsa. Este agua no puede ser evacuada por el canal de descarga debido a la existencia de un murete que lo impide.



Foto 9.- Válvulas Howell Bunger a la salida del desagüe de fondo.

CÓDIGO IDENTIFICACIÓN BALSA: 871_56_88_01
NOMBRE BALSA: SIERRA DE LAS ÁGUILAS



Foto 10.- Murete que impide la evacuación del agua existente en los canales del desagüe de fondo.

El estado de la obra es correcto. Sería recomendable comprobar la capacidad de evacuación de los desagües de fondo, así como el correcto funcionamiento y estado de las válvulas Howell Bunger, sin la existencia de pérdidas.

16.4.3 VALVULERIA.-

Las conducciones de salida tienen cada una, una válvula de compuerta de Ø500 con accionamiento manual. Dichas válvulas sólo se emplearían en situación de emergencia. Además existe un by-pass que facilita la operación de apertura y colabora a la conservación de la válvula. También existe un calderín para disminuir el efecto del golpe de Ariete.



Foto 11.- Válvulas de compuerta en el interior de la galería visitable.

Según el personal encargado de la explotación se abren y cierran sin problemas, por lo que su estado es correcto. Algunas zonas se encuentran algo oxidada por lo que se necesitaría realizar un mantenimiento a base de pintura.

En las conducciones de toma existe una válvula de sobrevelocidad de Ø500 con accionamiento manual. Dicha válvula se ve en funcionamiento durante la visita y presenta buen aspecto, siendo su estado correcto.



Foto 12.- Válvula de sobrevelocidad.

16.5 DRENAJE.-

16.5.1 DRENAJES DE VASO.-

La balsa está dividida en siete sectores para facilitar la localización de fugas en la lámina impermeable. Dos drenajes son de fondo, dos de talud en su parte inferior y otros dos situados en la berma intermedia. Además existe un ultimo drenaje de la zona de vaguada previa a la balsa. Todos, salvo el drenaje de la vaguada, salen a una canaleta de control de drenes ubicada en el interior de la galería visitable, conduciendo el agua en tubo de PEAD de Ø90mm al canal del desagüe de fondo. El conducto del drenaje de la vaguada también se conduce a dicho canal mediante otra tubería de PEAD de Ø90mm.



Fotos 13 y 14.- Drenajes vertiendo a canaleta y conducción al exterior de galería visitable.

Se observa caudal a la salida de los drenes nº3, nº4 y nº5. El dren nº4 es de pequeña entidad, el nº 3 es apreciable y el nº5 presenta un caudal de magnitud considerable.

Se recomienda:

1. Medir las filtraciones del drenaje, realizándose un seguimiento periódico, registrándose también la pluviometría y nivel de la balsa. Si existiese un aumento significativo de caudal se debería proceder al vaciado de la balsa.
2. Realizar una analítica del agua filtrada y de la embalsada para compararlas, saber su procedencia y ver si existe arrastre de sólidos.
3. En los momentos de explotación con cota de lámina de agua baja, intentar detectar las zonas con deterioro de la lámina de impermeabilización para proceder a su reparación.

Su estado es aceptable.

16.5.2 DRENES DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.-

La balsa no dispone de ningún dren de seguridad estructural.

16.6 ALIVIADERO.-

El aliviadero es un vertedero de pared gruesa de 2,95 m de anchura, el cual parece haberse ejecutado a posteriori de la obra original.. Además, sobre el vertedero se ha colocado una chapa metálica de unos 20 cm de altura aumentando la capacidad útil de la balsa y disminuyendo su resguardo a 60 cm. El caudal desaguado vierte a un barranco existente en la zona mediante un canal de descarga de igual anchura que el aliviadero.

Se debe comprobar la capacidad de evacuación del aliviadero existente actualmente. Además se debe comprobar el resguardo actual de la balsa teniendo en cuenta el oleaje que se produce en la balsa debido al viento y las tormentas que sobre la misma se descargan. Si el aliviadero no tuviera capacidad suficiente de evacuación, se ejecutarán las adaptaciones

oportunas para conseguir desaguar el caudal necesario. El aliviadero se encuentra lleno de suciedad. Es recomendable mantenerlo limpio ante un potencial uso.

El estado general del aliviadero es aceptable, debiéndose realizar las comprobaciones indicadas anteriormente.



Foto 15.- Embocadura del Aliviadero.



Foto 8.- Canal de descarga al barranco

16.7 NIVEL DE LLENADO.-

En la visita, el nivel de agua en la balsa se encuentra aproximadamente al 75% de su capacidad.

16.8 TALUD INTERIOR (PANTALLA IMPERMEABILIZANTE).-

16.8.1 ASPECTO DE LA IMPERMEABILIZACIÓN.-

La impermeabilización de la balsa es de PEAD presenta un aspecto correcto, sin existir ni necesitar ningún tipo de reparación en la inspección visual realizada. Además, según personal de explotación existe doble lámina.

Se aconseja hacer un seguimiento de la lámina para detectar un posible envejecimiento o deterioro por existencia de depósitos salinos.



Foto 16.- Lámina de impermeabilización

16.8.2 LASTRES.-

La balsa tiene un anclaje en coronación compuesto por una zanja enterrada relleno de material de dimensiones aproximadas 50x50 cm. Sobre ella se coloca en coronación un pretil de coronación botaolas de 0,50 m de altura. Además la lámina está anclada tanto en el fondo como en la berma intermedia.

Existe también 11 anclajes de talud, ubicados principalmente en la zona sur de la balsa, puesto que existe predominio del viento norte. Tienen dimensiones de 40 cm de ancho y 30 cm de alto y pasan bajo el pretil de coronación anclándose en una pequeña arqueta de hormigón situada en el camino de coronación. Además, debajo de los anclajes, se ha colocado un geotextil y lámina para protección de la lámina impermeabilizante.



Foto 17.-Vista del anclaje de coronación y talud.



Foto 18.-Detalle del anclaje de talud

Su estado es correcto.

Debido a la existencia de viento de procedencia sur, hace unos años se decidió colocar anclajes mediante sacos de grava, envueltos en PEAD. Estos están colocados en el dique terraplenado situado en zona norte. Estos anclajes están deteriorados y su relleno de grava se ha ido al fondo. Dado que dichos anclajes se colocaron debido a que se produjo un levantamiento de la lámina en la zona norte, su estado se considera incorrecto. Se recomienda realizar, cuando los condicionantes de explotación lo permitan, nuevos anclajes que eviten los fenómenos de succión producidos por el viento.



Foto 19.-Vista del anclaje del talud zona norte.



Foto 20.-Detalle del anclaje de talud

16.9 TALUD EXTERIOR.-

El talud exterior se encuentra cubierto por un pedraplén. Además existen pequeños matorrales en el talud que aporta estabilidad al talud.

Presenta un estado correcto.



Foto 21.- Talud exterior de la balsa.

16.10PIE DEL TALUD.-

Tras el recorrido del pie del talud se observa que está en un estado correcto.

16.11 CORONACIÓN.-

Existe una capa de zahorra y un firme de aglomerado de 5 a 10 cm de espesor. Se en cuentra gravilla suelta sobre la superficie.

El camino de coronación presenta un estado correcto.



Foto 22.- Camino de coronación de la balsa

16.12 OBRAS COMPLEMENTARIAS

16.12.1 RAMPA DE ACCESO AL FONDO.-

Existe una rampa de acceso al fondo de la balsa que permite la limpieza, mantenimiento y conservación de los elementos de toma. Además existe una metrificación de cota del embalse que permite conocer el volumen almacenado en la balsa. Su estado es correcto.



Foto 23.- Rampa de acceso al fondo.

16.12.2 ELEMENTOS SALIDA DE PERSONAS Y/O ANIMALES

Existen cuerdas como elementos de salida de personas colocados en cuatro zonas. Además, la rampa de acceso al fondo es válida para la salida de personas. El cerramiento perimetral impide la entrada de animales.

Su estado es correcto.



Foto 24.- Cuerda para salida de personas.

16.12.3 ELEMENTOS DE EVACUACIÓN DE ESCORRENTÍAS; CUNETAS

Existen cunetas en la zona de desmonte de la balsa. Además existe una zona donde el caudal se reconduce al depósito de entrada de agua de escorrentía y otra zona que evacúa el caudal al barranco situado en la zona sur.

El estado de todas las cunetas es correcto.



Foto 25.- Desagüe de cuneta hacia el desarenador.



Foto 26.-Desagüe de cuneta al barranco

16.12.4 OTRAS OBRAS

La galería visitable se encuentra en un estado correcto.

En determinados puntos de la lámina impermeable existen aireadores, siendo su estado correcto.

Existe una pequeña bomba que recoge el agua acumulada en el depósito formado en la zona del canal del desagüe de fondo y la devuelve a la balsa. Este bombeo consta de dos tuberías de PEAD que recorren el talud exterior de la balsa y acceden por coronación El estado de dicha instalación es aceptable. Debería detectarse las zonas de filtración de la lámina y repararse, procediendo a la retirada de estas tuberías.

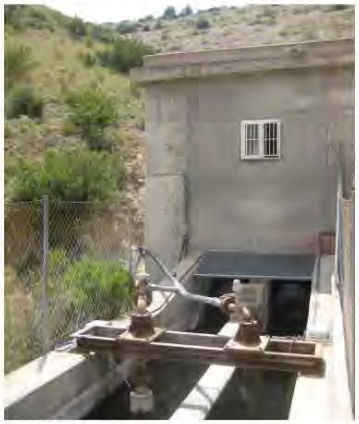


Foto 13.- Bombeo del drenaje y posible pérdida del desagüe de fondo.

17 ILUMINACIÓN, AUTOMATISMOS Y TELEMANDOS

La galería visitable tiene iluminación y actuadores de válvulas mediante motores oleohidráulicos.

18 INCIDENCIAS, REPARACIONES Y ACTUACIONES

Las incidencias significativas ocurridas desde la puesta en servicio de embalse son las siguientes:

a) Cuando se terminó la construcción de la balsa, cuya impermeabilización inicial era en arcillas, se detectaron fugas de agua, dado que la arcilla no era lo suficientemente impermeable. Se decidió impermeabilizarla mediante empleo de lámina de PEAD.
b) Hace unos diez años, debido a un fuerte viento, se produjo un levantamiento de la lámina en la zona sur de la lámina. Tras estos sucesos se procedió a realizar los anclajes de talud.
c) En el año 2005, según personal de mantenimiento, se produjo una fuerte succión en la zona norte de la balsa. Se rompió parte de la lámina. Se tuvo que vaciar la balsa y se colocó doble lámina, realizandose, además, nuevos anclajes de talud compuestos por fundas de PEAD rellenos de sacos de grava. Estos anclajes se encuentrna en la actualidad deteriorados.

d) En los últimos años, según personal de explotación, se ha detectado filtraciones a través de los drenes. En alguna ocasión se ha intentado detectar la fuga sin éxito.
e) El aliviadero se encuentra a 60 cm del camino de coronación. Se cree que se han realizado dos recrecimientos del umbral del mismo, el primero mediante un muro de hormigón de 1 metro de altura y el segundo mediante chapa metálica de 20 cm de altura.

19 COMENTARIOS ADICIONALES.-

CÓDIGO IDENTIFICACIÓN BALSA: 871_56_88_01
NOMBRE BALSA: SIERRA DE LAS ÁGUILAS

FICHA DE INSPECCIÓN DE CAMPO.-

6.- Consideraciones sobre los Planes de Emergencia en balsas

- La posible rotura total, o simplemente vaciado, de una balsa de tierra por filtraciones se **produce progresivamente**, lo que permite su detección y una mejor respuesta.
- La **interrupción del llenado de la balsa es inmediato** una vez detectada la incidencia, además el **vaciado**, si se disponen los medios adecuados también puede ser inmediato, lo que permite una respuesta rápida y eficiente contra la incidencia (tener en cuenta la interconexión entre balsas).
- El **conocimiento** tanto del equipo de explotación como de los técnicos exteriores del **histórico de la balsa y de su entorno,** permite una comunicación fluida, y la toma de decisiones oportunas y adecuadas.
- Existen balsas que aunque no dispongan de Plan de Emergencia, ni mapa de inundación, la posible **zona inundada en caso de rotura resulta obvia**, lo que permite el aviso de las posibles casas afectadas y el corte de los posibles caminos afectados, por el propio equipo de explotación y personal de la comunidad, conocedores de la zona y eficaces en su cometido.
- En algunas balsas puede resultar inadecuado el crear **alarmas injustificadas**.
- A veces los propios vehículos de la entidad y la **comunicación vía telefónica convencional**, pueden resultar suficientes y más eficaces para abordar una situación de emergencia, sin necesidad de disponer de Sala de Emergencia específica.

LA "SEGURIDAD REAL" EN LAS BALSAS

1. Unos buenos **criterios de proyecto y construcción**, que dispongan sistemas de detección y protección, así como que permitan vaciados parciales.

2. Unos buenos **criterios de mantenimiento** que disminuyan la probabilidad de fallo de elementos como las geomembranas, sustituyéndolas una vez hayan cumplido con su trabajo.

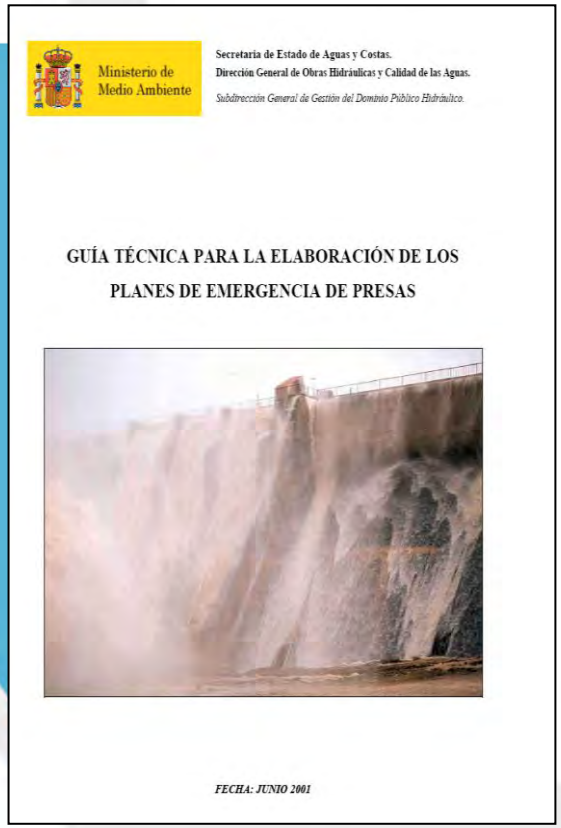
3. Unos buenos **criterios de vigilancia**, que detecten rápidamente las incidencias, y permitan tiempos de respuesta eficaces.

4. Un **equipo de explotación y personal implicado en la seguridad de la balsa,** conocedor del funcionamiento de ésta, tanto a nivel mecánico y estructural, como a nivel del entorno que la rodea, capaz de tomar y ejecutar decisiones, que mantengan la integridad de la balsa y en último caso que protejan a la población afectada.

5. Cualquier tipo de Plan de Emergencia que se quiera redactar debe complementar esta seguridad, tratando de disponer de **documentos operativos y eficaces que mejoren en la medida de lo posible la *"seguridad real"* de la balsa en caso de una hipotética rotura.**

GUIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE LOS PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS (2001)

Para la ayuda en la redacción de los Planes de Emergencia el Ministerio redactó la "GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS".


Ministerio de Medio Ambiente

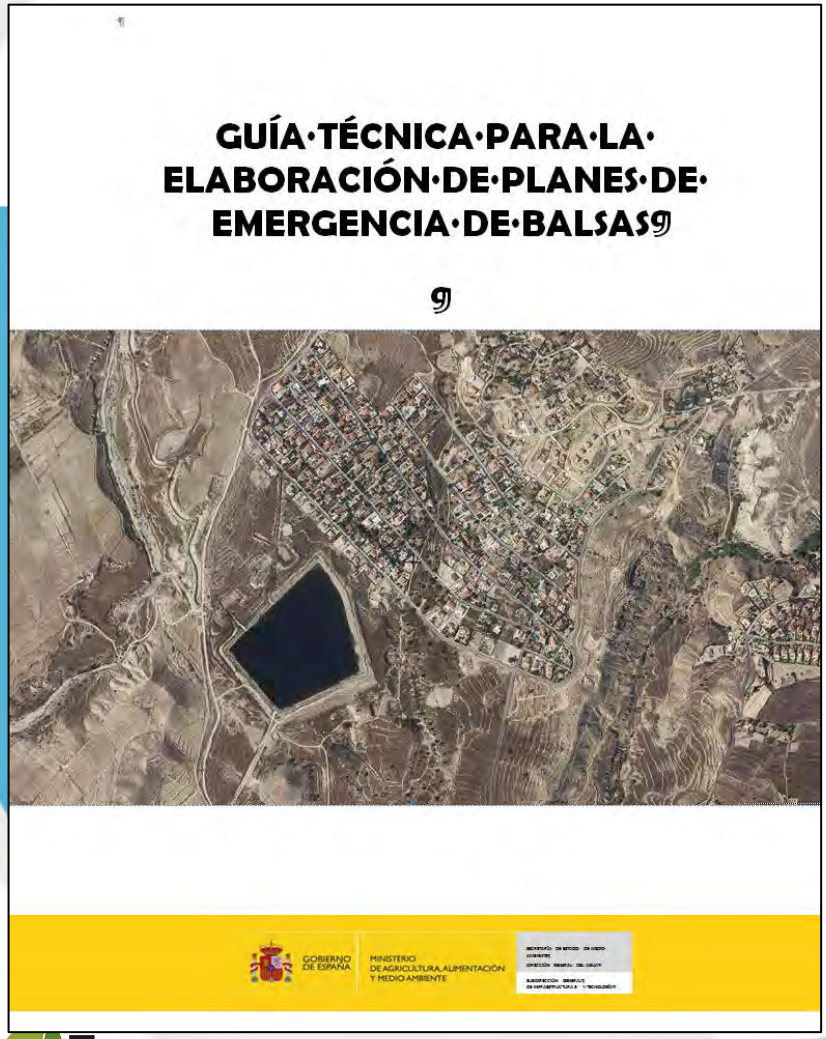
Secretaría de Estado de Aguas y Costas.
Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas.
Subdirección General de Gestión del Dominio Público Hidráulico.

GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS

FECHA: JUNIO 2001

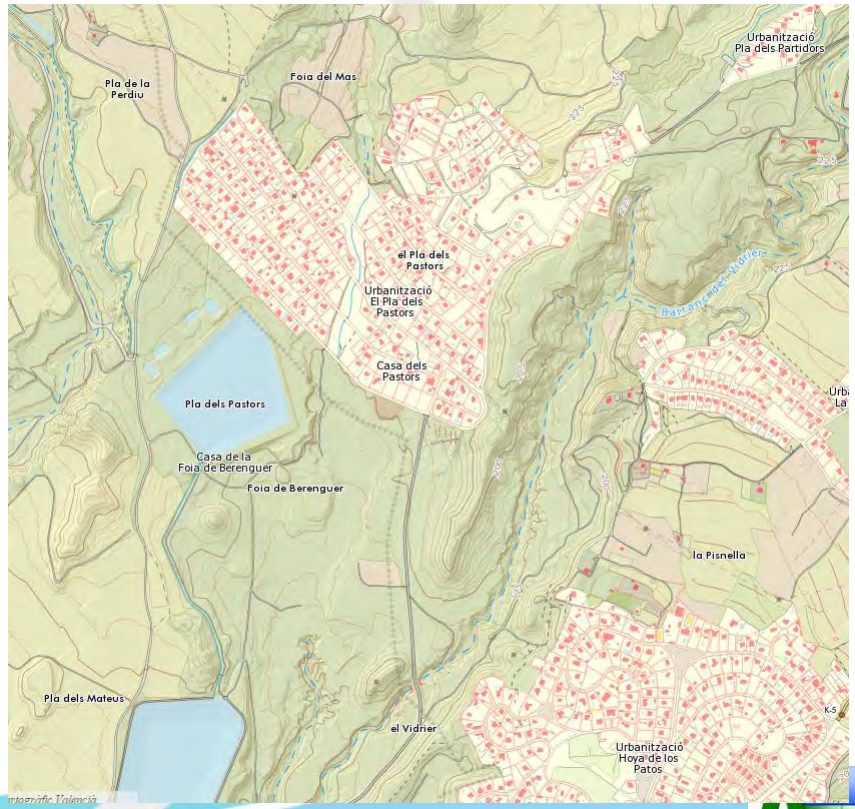
Esta guía es un conjunto de recomendaciones, de criterio y metodológicas, que tienen como finalidad facilitar la tarea a todos los titulares de presas que tienen la obligación de elaborar Planes de Emergencia.

GUIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE PLANES DE EMERGENCIA DE BALSAS" (2012)



En el 2012 el MAGRAMA edita una la "Guía Técnica para la elaboración de Planes de Emergencia de Balsas".

Esta Guía, aunque simplifica la Guía para Presas, sigue siendo difícilmente aplicable en algunos aspectos a las balsas.



Si se toma como base la obligación de cumplir la Directriz y la situación actual de las balsas en España, se deben organizar y sistematizar soluciones, para por una parte **cumplir la Directriz, como la única legislación vigente que propone la forma y cometidos de los Planes de Emergencia,** y por otra parte que ese cumplimiento sea efectivo, y las soluciones adoptadas sean útiles para su uso final, que no es otro, que el de aminorar en la medida de lo posible los hipotéticos daños, que una rotura podría ocasionar.

Para la elaboración de Planes de Emergencia en balsas se deben analizar una serie de aspectos:

a) Respecto al fenómeno en sí.
b) Respecto a la diferencia entre presas y balsas.
c) Respecto a la declaración de la emergencia.
d) Respecto a las hipótesis de rotura.
e) Respecto al análisis de seguridad.
f) Respecto a la toma de decisiones para aminorar los daños.
g) Respecto a la implantación de los Planes de Emergencia para balsas.
h) Respecto a los mapas de inundación.

A) Respecto al fenómeno en sí

- ***"Inundaciones naturales"***
  - Fenómenos prácticamente periódicos (5-8 años)
  - Origen atmosférico, que no depende de nosotros.
  - Aparecen cada 5 u 8 años a menos que se ejecuten las obras pertinentes, por lo tanto más que una *"probabilidad"* es una *"seguridad"* de que van a aparecer.
  - Se trata de un evento al que la persona tendrá que hacer frente 8 ó 10 veces a lo largo de su vida si permanece en la zona afectable, por lo tanto resulta lógico, y así lo prevé la legislación que la población de la zona que va a ser afectada por una inundación de estas características, esté adecuadamente instruida para colaborar con eficacia con los organismos competentes en su propia salvaguardia.
- ***"Inundaciones por rotura"***
  - Es posible reducir la probabilidad de ocurrencia, y por tanto el riesgo, prestando la adecuada atención a la calidad y seguridad de las obra y su seguimiento. Es decir está en nuestras manos reducir hasta límites extraordinariamente bajos esta *"probabilidad"* de colapso.
  - La probabilidad de colapso es bajísima, y además puede y debe reducirse aún más sin necesidad de colaboración con la zona afectable (esto no es óbice para que se conozcan los daños que su posible colapso pudiera producir, especialmente en lo referente a vidas humanas, y tener previstas por los organismos competentes las medidas adecuadas para evitarlos).

A) Respecto al fenómeno en sí

Presentación de la *"Guía técnica para la elaboración de los Planes de Emergencia de presas"* escribía el *Director General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas D. José Mª Piñero Campos:*

"*Por tanto transmitir un mensaje adecuado en la implantación de los Planes de Emergencia, para **evitar malas interpretaciones y posibles alarmas no ajustadas** a la realidad, es uno de los objetivos principales de todos los que participamos en este ambicioso proyecto de conseguir las mejores condiciones de seguridad para los ciudadanos potencialmente afectados.*"

¿Sería más realista que en la implantación de los Planes de Emergencia fueran excluidos los programas de información a la población?

B) Respecto a la diferencia entre presas y balsas

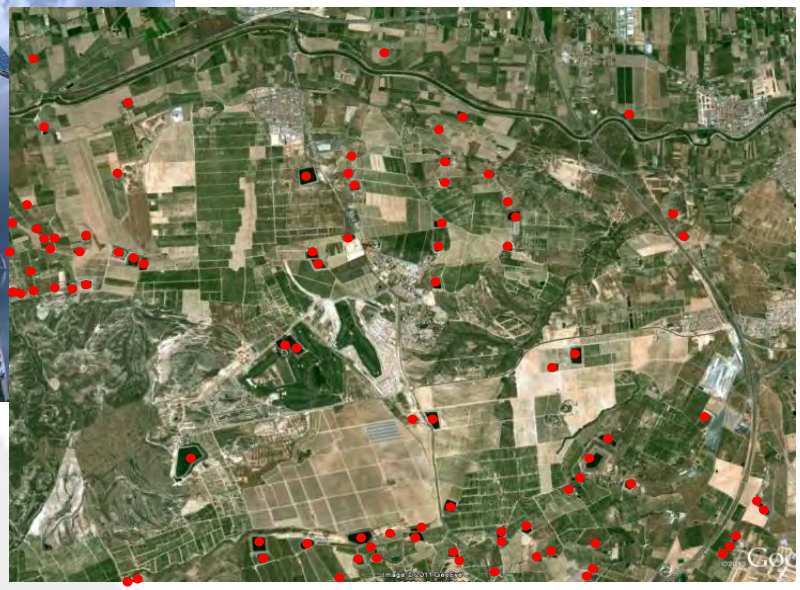
- En España existen aprox. 1.300 grandes presas (1 presa/421 Km^2), y **más de 50.000 balsas**. Las presas están lejos
- Región de Murcia: 15.000 balsas (1 balsa/0,75 Km^2). Provincia de Alicante: 2.600 balsas (1 balsa/0,50 km^2 por balsa). Las balsas están en la *"puerta de casa"*.



B) Respecto a la diferencia entre presas y balsas

- **SEÑALIZACIÓN ACÚSTICA**





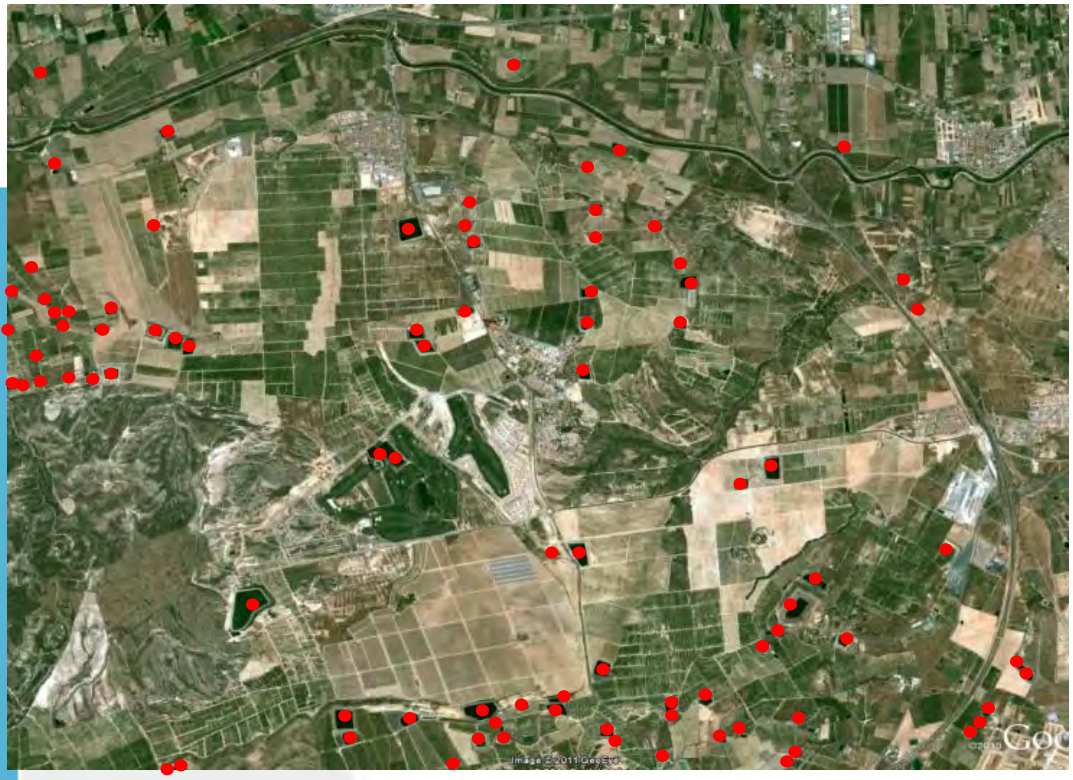
Por ejemplo en el caso de una población o núcleo de casas habitada situado en el extremo inferior de una *"Y"*, y dos balsas situadas en cada uno de sus extremos superiores, ambas balsas son de **categoría A,** habrá que resolver una serie de preguntas:

- ¿Cada titular pone su propio Sistema de Aviso a la Población ? .
- ¿Es necesario que cada sirena emita una señal diferente ?.
- ¿Se debería colocar una sola sirena ?.
- ¿Quién debe poner las sirenas sobre este punto que resulta afectado por más de un Plan y más de un titular ?.

- **¿Sería eficaz la colocación de sirenas? ¿ la utilización de sirenas podría desencadenar situaciones de pánico y confusión?**
- **¿Funcionarán el día que se necesiten? .**
- **¿Asumen el coste de colocación y mantenimiento las entidades explotadoras (Comunidades de Regantes)?.**

B) Respecto a la diferencia entre presas y balsas

- **PANELES INFORMATIVOS**



Para el aviso de carreteras, vías de ferrocarril :

- *¿Cada titular pone su propio panel informativo?.*
- *¿Se debería colocar un solo panel?.*
- *¿Quién debe colocar los paneles sobre este punto que resulta afectado por más de un Plan y más de un titular?.*



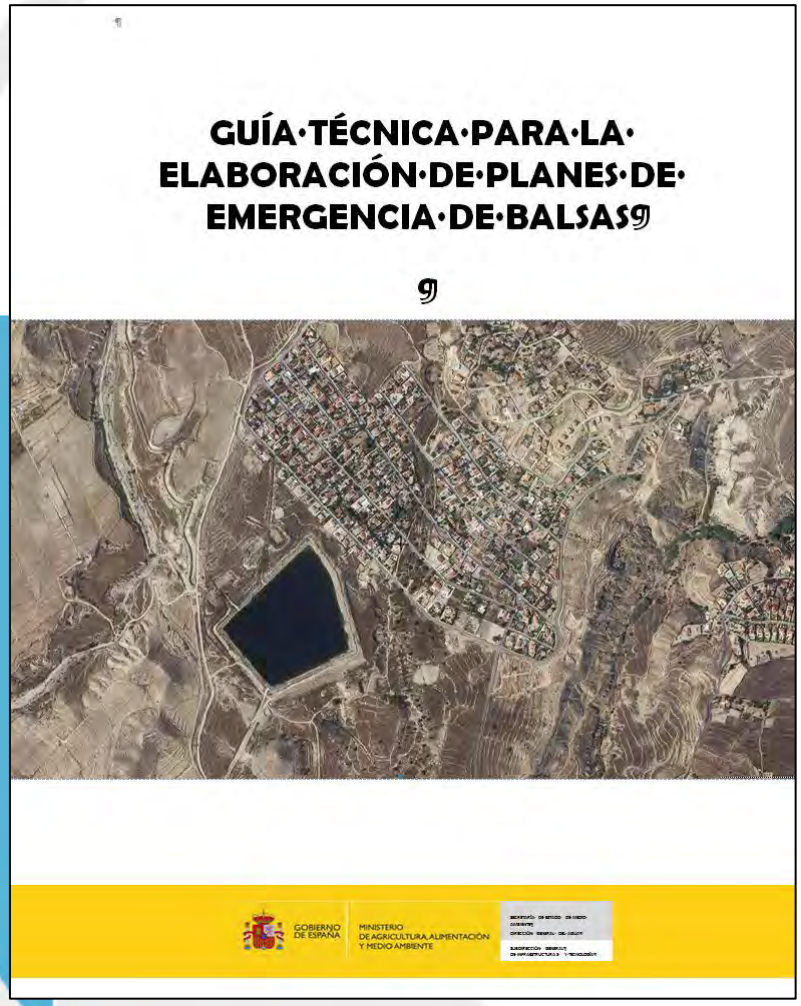
Tanto la señalización acústica mediante sirenas como los paneles informativos en vez de crear una situación de mayor seguridad, podrían crear situaciones de confusión y de dudosa eficacia y seguridad, para la población afectada.

Según la Directriz se permiten SISTEMAS ALTERNATIVOS (personalizados, complementados con megáfonos y sirenas).

ID_ORDEN	PROVINCIA	TM	ELEMENTO_AFECTADO	X UTM H30 ETRS89	Y UTM H30 ETRS89	TIEMPO DE LLEGADA DE LA ONDA(min)	DISTANCIA (m)	PERSONA DE CONTACTO	DIRECCIÓN	TELÉFONO 1	TELÉFONO 2
10 065	ALICANTE	VILLENA	NUCLEO CASAS	680 211.80	4 271 802.05		343.00				
10 022	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	680 251.75	4 271 759.57	4.74	370.00				
10 029	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	680 610.10	4 271 569.88		711.00				
10 030	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	680 559.56	4 271 815.60	6.17	713.00				
10 034	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	680 614.77	4 271 962.57		856.00				
10 031	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	680 767.18	4 271 823.38		896.00				
10 032	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	680 785.06	4 271 828.82		896.00				
10 033	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	680 866.71	4 271 841.26	8.14	1 084.00				
10 035	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	681 153.65	4 271 753.40		1 084.00				
10 036	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	680 922.70	4 272 083.10		1 086.00				
10 037	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	680 941.36	4 272 118.09		1 086.00				
10 038	ALICANTE	VILLENA	NUCLEO DE CASAS	681 619.43	4 272 168.63	11.11	1 813.00				
10 045	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	681 064.69	4 272 534.54		1 813.00				
10 043	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	681 780.82	4 272 245.44		2 144.00				
10 039	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	681 807.05	4 272 036.69	13.03	2 152.00				
10 040	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	681 937.16	4 272 141.80		2 155.00				
10 041	ALICANTE	VILLENA	CASA AISLADA	681 960.63	4 272 147.12		2 155.00				







3.4.- Sistema de aviso a la población.

Para avisar a la población situada en la zona inundable en un intervalo no superior a 30 minutos, se dispone de un sistema general de sirenas con las siguientes características:

<Actualizar y completar los siguientes puntos, de acuerdo con las características reales de cada sistema de aviso de la población. Las características aquí indicadas son características del sistema mínimo a instalar>

- Con energía propia.
- Potencia 65 dB con alcance en la zona inundable en la primera media hora.
- Dispositivo de desbloqueo con acceso desde el Centro de Gestión de Emergencias.
- Sistema de activación desde el Centro de Gestión de Emergencias.



Según la "Guía técnica para la elaboración de Planes de Emergencia de Balsas" obligatorio el uso de sirenas.

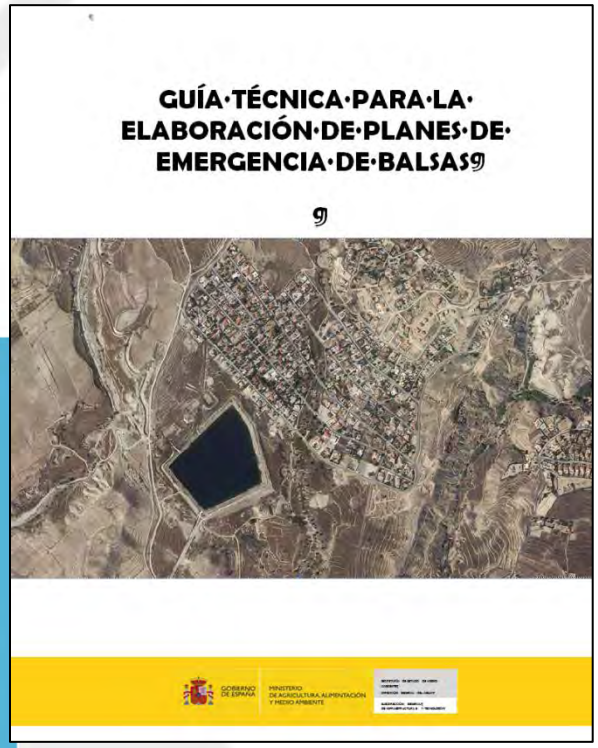
SALA DE EMERGENCIA

Sobre este punto la Comisión Nacional de Protección Civil, ya se ha pronunciado, alcanzando un acuerdo (16-12-2 003), en los siguientes términos:

- Para presas de pequeño tamaño, en las que la entidad no disponga de instalaciones ni personal de mantenimiento permanente, en circunstancias justificadas, la Sala de Emergencia podrá estar constituida por vehículos móviles.
- Los vehículos móviles estarán convenientemente equipados, y dotados con sistemas redundantes de comunicaciones que garanticen la comunicación tanto con los organismos competentes implicados en la gestión de la emergencia, como con los sistemas de señalización acústica de aviso a la población.

La "Guía para la elaboración de Planes de Emergencia para balsas (MAGRAMA)" habla del Centro de Gestión de Emergencias, y da tres opciones:

- **OPCIÓN A:** Posibilidad de disponer de un Centro de Gestión de Emergencias fijo en las proximidades de la balsa.
- **OPCIÓN B:** Si no existe la posibilidad de disponer de un Centro de Gestión de Emergencias fijo en las proximidades de la balsa. Centro de Gestión de Emergencias Móvil.
- **OPCIÓN C:** Posibilidad de disponer de un Centro de Gestión de Emergencias en un Centro de control para gestión de la explotación.





OPCIÓN B: Si no existe la posibilidad de disponer de un Centro de Gestión de Emergencias fijo en las proximidades de la balsa)

Se dispone de un **Centro de Gestión de Emergencias Móvil**, a disponibilidad del Director del Plan de Emergencia de la Balsa, que:

- Integre los sistemas de comunicación primarios y secundarios.
- Integre el sistema de activación acústica de alarma.
- Disponga de la documentación relativa al Plan de Emergencia de la Balsa.

Los elementos con los que ha de contar el Centro de Gestión de Emergencias Móvil han de ser:

- Software específico para:
  - Gestión del Plan de Emergencia de la balsa.
  - Gestión de las comunicaciones.
  - Sistema de aviso a la población.
  - Telefonía.
- Sistema de alimentación.
  - Basado en baterías con carga desde un automóvil o desde un panel solar accesorio.
- Sistema de acceso a Internet.
- Teléfono móvil-PDA de mantenimiento para supervisar la red de sirenas.

Software necesita ordenador y personal que lo pueda manejar.

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

- Desde la óptica de las inundaciones por avenidas, ya sean naturales o debidas al colapso de una presa, las situaciones de emergencia en estos casos se producen acompañadas de **factores meteorológicos** que pueden llegar a alterar estas comunicaciones y por tanto sí que parece recomendable contar con sistemas redundantes de comunicación que permitan llevar a cabo las actuaciones necesarias y previstas en una emergencia, además de operativos bajo estas circunstancias.

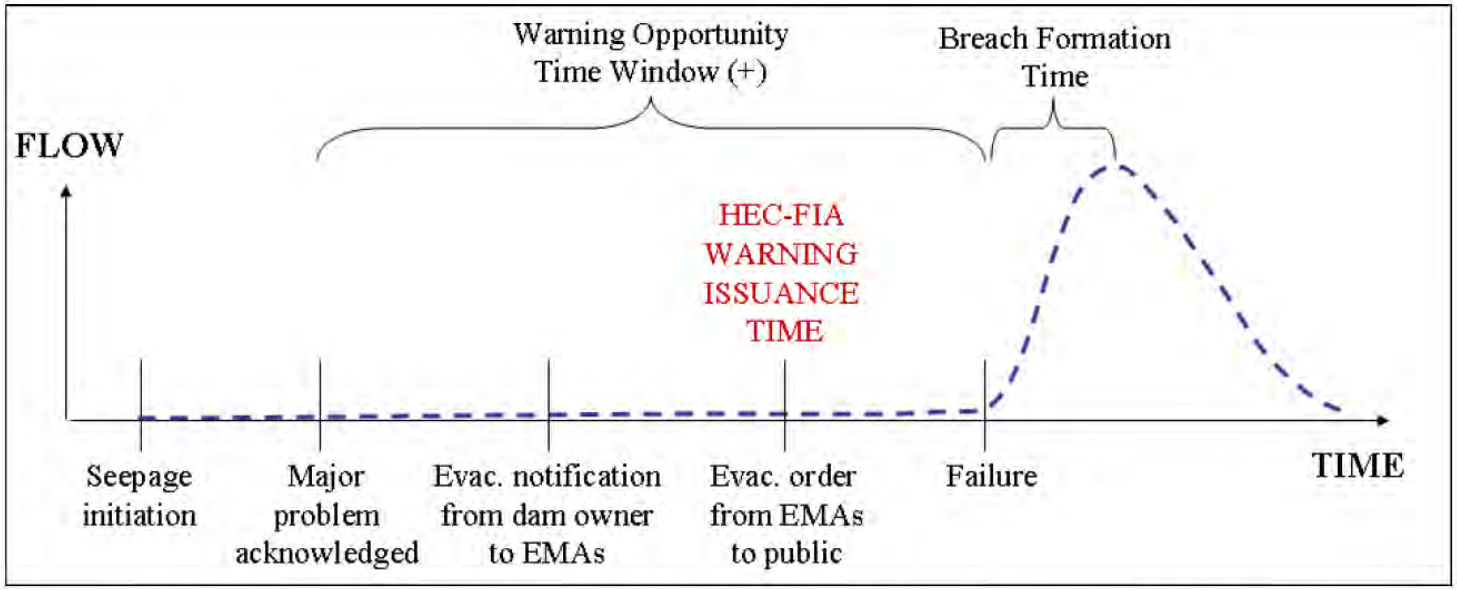
- En el caso de balsas, donde las **situaciones de emergencia** suelen venir asociadas a procesos de rotura por tubificación, que **no tienen por que venir asociados a situaciones meteorológicas adversas,** por lo tanto parece más razonable que se utilicen las comunicaciones que habitualmente se utilizan por las entidades explotadoras (teléfono móvil principalmente, teléfono convencional, fax, internet, etc.) y que además el personal de la entidad está familiarizado con su uso.

ACTUACIONES DE COMUNICACIÓN

- Respecto a las actuaciones de comunicación a los organismos implicados se ha considerado que la **comunicación con un solo organismo (Protección Civil) y un solo número (112),** simplificaría la tarea del equipo de emergencias, centrándose en la gestión de la emergencia.
- En la Comunidad Autónoma de las Islas Canarias se centraliza todo este tipo de emergencias desde el 112. Este organismo una vez avisado, debería difundir el aviso a los otros organismos implicados en función del escenario.

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

- La rotura por tubificación que es la causa principal en roturas de balsas, que a diferencia del sobrevertido (que es la principal en presas) se produce en unos intervalos de tiempo lo suficientemente grandes para facilitar al equipo de emergencia el suficiente tiempo para el aviso tanto de la población afectada como de los posibles servicios afectados (carreteras, vías de ferrocarril, etc.).



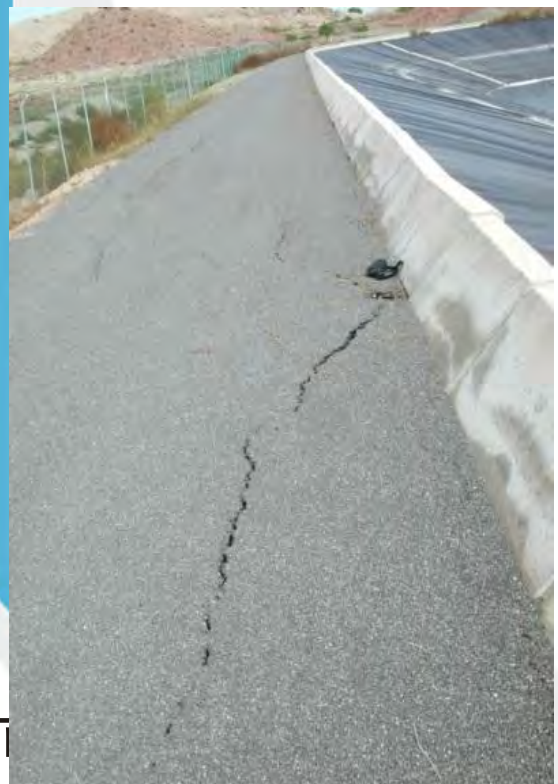
- Sistemas de aviso a la población mediante aviso personalizado, megáfonos, comunicación directa, etc..
- Sistemas de comunicación convencionales.
- Sala de Emergencia en instalaciones propias de la entidad y/o vehículos móviles.

C) Respecto a la declaración de la emergencia

Según la Directriz.

3.5.2.2 Comunicación de incidentes por la dirección del Plan de Emergencia de Presa.- Desde el momento en que las previsiones o acontecimientos extraordinarios aconsejen una intensificación de la vigilancia de la presa (escenario 0), el director del Plan de Emergencia de la misma lo habrá de poner en conocimiento del órgano o servicio que a estos efectos se establezca por la Dirección General de Obras Hidráulicas, o en el caso de cuencas intracomunitarias, por la Administración Hidráulica de la Comunidad Autónoma.

Cualquier anomalía o incidencia obligaría en teoría a ser comunicada y activar el Plan de Emergencia:



Dentro de las Normas de Explotación existiese un "Escenario previo", que permitiese cierta "flexibilidad" al equipo de explotación, lo que evitaría alarmas injustificadas.

D) Respecto al análisis de seguridad.

- **Respecto a la determinación de los umbrales y sus valores, para balsas donde prácticamente no existe auscultación, ni registro de datos, parece absurdo la fijación de valores concretos para determinar el paso de un escenario a otro.**
- **Parece más lógico que sea el propio Director del Plan, apoyado por su equipo, quien determinen el paso de un escenario a otro, en función de la situación. En este sentido no es preciso una determinación ni cuantitativa ni cualitativa, sino que se podría basar esta decisión en el criterio del Director del Plan. Por lo tanto se definiría la siguiente expresión como valor del umbral a utilizar:**

Función de análisis específico: **Debe interpretarse como que no existe un valor concreto del umbral que se refiere, sino que se establecerá el escenario correspondiente por decisión del Director del Plan como consecuencia de su interpretación de los resultados de la vigilancia intensiva realizada, derivada de escenarios anteriores.**

Es obvio que el Director del Plan de Emergencia debería ser una persona con experiencia contrastada en materia de balsas.

Sólo 5 indicadores generales:

- Aliviadero.
- Filtraciones.
- Inspección general de la balsa.
- Elementos electromecánicos y otros.
- Otras anomalías.

D) Respecto a la toma de medidas para aminorar los daños

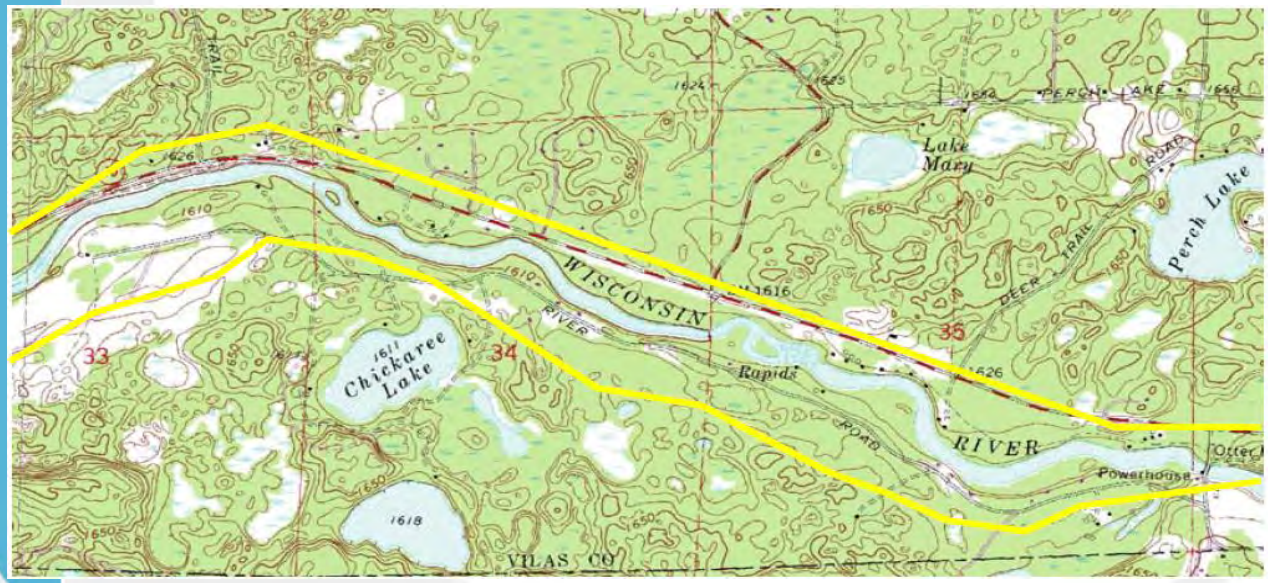
Ante estas posibilidades de actuación ante una emergencia y a la vista de los mapas de inundación, el equipo, sin perjuicio de cursar las comunicaciones correspondientes, tomará directamente las decisiones más urgentes entre las que destacamos:

- **Interrumpir el llenado de la balsa.**
- **Vaciado rápido.**
- **Aviso urgente incluso personándose en el punto afectable a:**
  - **Carreteras.**
  - **Ferrocarril.**
  - **Casas habitadas.**
  - **Núcleos habitados.**
  - **Etc.**

Las experiencias extraídas de las diferentes situaciones de emergencia de las que tenemos noticias, es que **las medidas adoptadas para disminuir los posibles daños,** entre las que se encuentran las antes citadas, **han sido eficaces,** resolviendo las situaciones de emergencia satisfactoriamente, sin la causa de daños personales, y en la mayoría de los casos sin aviso a instancias superiores.

E) Respecto a los mapas de inundación

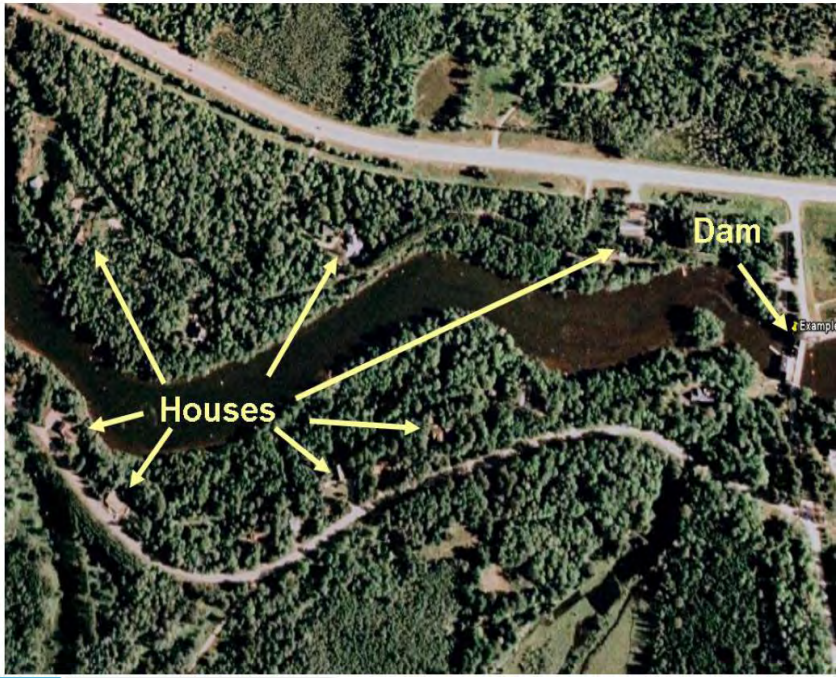
- Para Balsas parece más recomendable que los mapas de inundación se elaboren simplificadamente, tanto en su cálculo como en grafiado en planos, y además con criterios conservadores.
- Diversas administraciones internacionales (norteamericanas) presentan metodologías en este sentido para las denominadas “small dams”:

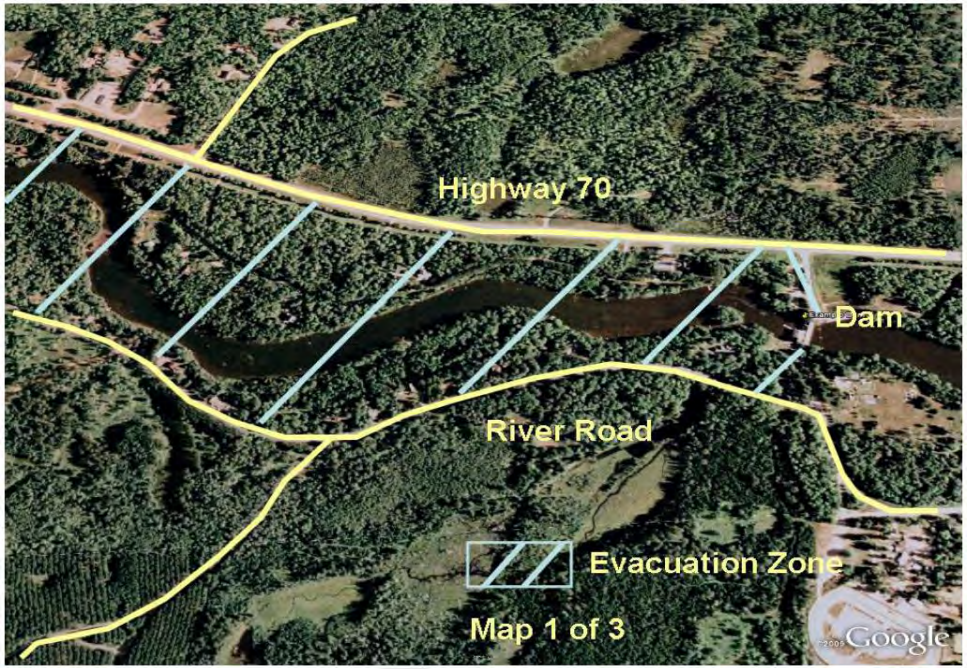


Distancia desde la rotura (km)	Altura de agua (m) h_w : Altura máxima de agua en el embalse
Debajo del embalse	$0.5 \cdot h_w$
0.80	$0.488 \cdot h_w$
1.61	$0.475 \cdot h_w$
2.42	$0.463 \cdot h_w$
3.22	$0.45 \cdot h_w$
4.82	$0.425 \cdot h_w$
6.44	$0.4 \cdot h_w$
8.05	$0.375 \cdot h_w$
16.09	$0.25 \cdot h_w$

Delineación conservadora de la posible zona inundable por comparación con la altura máxima de agua en el embalse

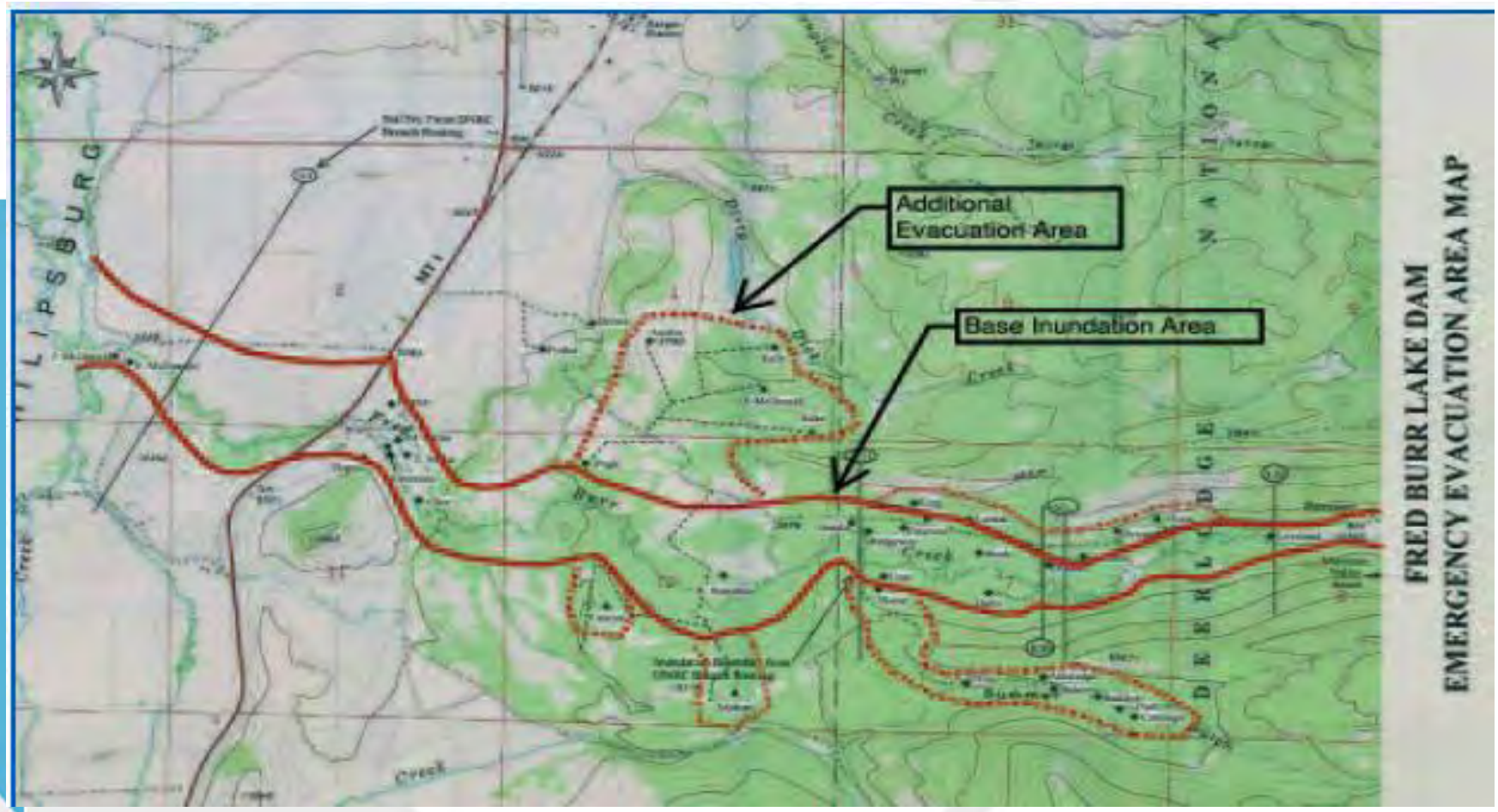
E) Respecto a los mapas de inundación





Ejemplo de límites de mapa de inundación simplificado basado en elementos fácilmente reconocibles en el terreno

E) Respecto a los mapas de inundación



Delineación de zona inundable base agregando posibles zonas adicionales de alerta y protección.

F) Respecto a la implantación de los Planes de Emergencia

Se tienen noticias de casos concretos en la provincia de Alicante, del rechazo de entidades explotadoras a la implantación de Planes de Emergencia.

La implantación de los Planes de Emergencia se debería replantear, debiéndose considerar los siguientes aspectos:

1. No se debe redactar ningún proyecto de implantación, ya que no se ejecutan obras ni instalaciones, en todo caso un **documento de implantación.**
2. La implantación básicamente debe consistir en:
   - Conocimiento por parte de la entidad explotadora del contenido del Plan de Emergencia y especialmente de la zona de alerta y protección frente a una hipotética rotura.
   - Conocimiento por parte de Protección Civil de la puesta en marcha del Plan.
   - Uso de sistemas convencionales de comunicación (telefonía móvil, fija, internet, etc.).
   - Puesta al día de las direcciones, teléfonos, contacto, etc. de los organismos que puedan intervenir en una emergencia, en coordinación con Protección Civil, así como de aquellos elementos que se puedan ver afectados en la primera media hora.
   - Puesta al día de la forma de contacto con los recursos materiales y humanos necesarios frente a una emergencia.
   - Ausencia de simulacros, al menos con la población.
   - Los medios humanos y técnicos deben ser los disponibles por la entidad explotadora, como mínimo:
     - Vehículo de la entidad.
     - Sala de Administración de la Entidad.
   - **Elaboración de DOCUMENTO DE OPERATIVIDAD.**

CONCLUSIONES

El *"éxito"* logrado en la solución de las emergencias que se tienen noticia en balsas, sin la aplicación de ningún protocolo escrito ni la activación de mecanismos de comunicación complejos, se debe a una serie de características de las infraestructuras que vale la pena resaltar:

- Las balsas en sus más de 50 años de existencia han demostrado un **comportamiento *"noble"*** debido a su propia naturaleza como:
  - **Aviso prematuro de las incidencias**, ya que estas se suelen producir por filtraciones, que son *"fácilmente"* detectadas.
  - **Comportamiento estructural esperado.**
  - En caso de ruina, **se produce el fallo gradualmente**, lo que permite la toma de acciones y decisiones con el suficiente tiempo para disminuir los posibles daños.
- Los **caudales de entrada están controlados**, lo que permite su corte rápido, y un mejor control de la situación.
- Muchas **balsas permiten su vaciado *"rápido"* y/o controlado** lo que aporta una medida de seguridad vital.
- Los **equipos de explotación y técnicos relacionados con la obra, son los que tienen que resolver las posibles emergencias que se originen en la balsa**. Estos equipos son conocedores de la obra y de su entorno, lo que permite una respuesta rápida y eficaz frente a cualquier eventualidad que ponga en peligro la integridad de la balsa y en última instancia de la población afectada.

Muchas gracias por su atención

José Mª González Ortega
jmgo@tragsa.es

Consideraciones previas

- **El elemento primordial en la clasificación es la afección potencial a la población y a las vidas humanas**, por lo que es el primer aspecto que debe ser considerado en el proceso
- No se plantea una valoración global ponderada sino que se fijan umbrales para los distintos aspectos, cuya superación conduce a una clasificación determinada
- La clasificación se basará en una evolución progresiva de los daños potenciales, desde la categoría C hacia la A

CRITERIOS GENERALES DE CLASIFICACIÓN (I)

CATEGORÍA C

Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir **daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas.** En todo caso, a esta categoría pertenecerán todas las presas no incluidas en las categorías A ó B

- **Puede producir sólo incidentalmente pérdida de vidas humanas**
- **No puede afectar a vivienda alguna y sólo de manera no grave a algún servicio esencial**
- **Los daños medioambientales que puede producir deben ser poco importantes o moderados**
- **Únicamente puede producir daños económicos moderados**

CRITERIOS GENERALES DE CLASIFICACIÓN (II)

CATEGORÍA B

Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar **daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas**

- **Puede afectar a un número de viviendas inferior al que se considere mínimo para constituir una afección grave a un núcleo urbano o a un número de vidas equivalente**
- **O producir daños económicos o medioambientales importantes**
- **Puede afectar sólo de manera no grave a alguno de los servicios esenciales de la comunidad**

CRITERIOS GENERALES DE CLASIFICACIÓN (III)

CATEGORÍA A

Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto **puede afectar gravemente a núcleos urbanos o servicios esenciales,** o producir daños materiales o medioambientales muy Importantes

- **Supera la categoría anterior, pudiendo afectar gravemente, al menos, a un núcleo urbano o número de viviendas equivalente, con lo que pudiera poner en situación de riesgo a un número de vidas humanas semejante al que ocupa el número de viviendas considerado como límite máximo para la categoría B**
- **O afectar gravemente a alguno de los servicios esenciales de la comunidad**
- **O producir daños económicos o medioambientales muy importantes**

ASPECTOS A ANALIZAR

- RIESGO POTENCIAL A VIDAS HUMANAS. POBLACIÓN EN RIESGO
- AFECCIONES A SERVICIOS ESENCIALES
- DAÑOS MATERIALES
- DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

SE CONSIDERARÁ EXCLUSIVAMENTE EL RIESGO POTENCIAL DE DAÑO??, EN CONTRAPOSICIÓN AL CONCEPTO DE DAÑO ESPERADO O ESTIMADO

ERROR CONCEPTUAL:

RIESGO POTENCIAL FRENTE A DAÑO POTENCIAL

A) RIESGO POTENCIAL PARA VIDAS HUMANAS. POBLACIÓN EN RIESGO

- **AFECCIONES GRAVES A NÚCLEOS URBANOS**

  Afección a **más de 5 viviendas habitadas** y con riesgo para las vidas de los habitantes en función del calado y la velocidad de la onda

- **NÚMERO REDUCIDO DE VIVIENDAS**

  Entre 1 y 5 viviendas habitadas

- **PÉRDIDA INCIDENTAL DE VIDAS HUMANAS**

  Presencia ocasional y no previsible

B) SERVICIOS ESENCIALES

INDISPENSABLES PARA EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS Y ECONÓMICAS NORMALES

AQUÉL DEL QUE DEPENDEN, AL MENOS, 10.000 HABITANTES

- Abastecimiento y saneamiento
- Suministro de energía
- Sistema sanitario
- Sistema de comunicaciones
- Sistema de transportes

AFECCIÓN GRAVE

- No puede ser reparada de forma inmediata
- Impide el servicio permanentemente y sin alternativa

C) DAÑOS MATERIALES

AQUELLOS SOPORTADOS POR TERCEROS Y CUANTIFICABLES DIRECTAMENTE EN TÉRMINOS ECONÓMICOS DIRECTOS (Destrucción de elementos) O INDIRECTOS (Reducción de la producción)

- Daños a industrias y polígonos industriales
- Daños a las propiedades rústicas
- Daños a cultivos
- Daños a las infraestructuras

Solamente en casos muy concretos y dudosos pueden tener cierta relevancia para la clasificación

Cuadro 1

CLASIFICACIÓN DE LOS DAÑOS MATERIALES

ELEMENTO	DAÑOS POTENCIALES		
	MODERADOS	IMPORTANTES	MUY IMPORTANTES
Industrias y polígonos industriales y propiedades rústicas[1]	nº de instalaciones < 10	10 < nº de instalaciones < 50	nº de instalaciones > 50
Cultivos secano	superficie < 3.000 Has	3.000 Has < superficie < 10.000 Has	superficie > 10.000 Has
Cultivos de regadío	superficie < 1.000 Has	1.000 Has < superficie < 5.000 Has	superficie > 5.000 Has
Carreteras		Red general de las CC.AA. u otras redes de importancia equivalente	Red general del estado y red básica de las CC.AA.
Ferrocarriles		ff.cc. vía estrecha	ff.cc. vía ancha y alta velocidad

[1] Los límites deberán reducirse en caso de instalaciones de singular importancia

D) DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE SUFRIR DAÑO MEDIOAMBIENTAL

- Elementos o territorios que gocen de alguna figura legal de protección a nivel Estatal o Autonómico (Parque Nacional, Parque Natural, etc.)
- Solo se considerarán Daños Medioambientales aquellos sensiblemente distintos de los asociados al Régimen Hidráulico Natural
  - ***Daños muy importantes: IRREVERSIBLES Y CRÍTICOS***
  - ***Daños importantes: IRREVERSIBLES Y SEVEROS***

CRITERIOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LA ROTURA POTENCIAL (I)

- **ESCENARIOS DE ROTURA (Rotura individual. Escenarios extremos)**

A. ROTURA SIN AVENIDA

Embalse a máximo nivel normal de explotación

No coincidencia con avenida

B. ROTURA EN SITUACIÓN DE AVENIDA

Embalse a nivel de coronación

Aliviadero desagüando la avenida de proyecto

En este escenario deben considerarse únicamente los daños incrementales debidos a la rotura.

CRITERIOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LA ROTURA POTENCIAL (II)

FORMA Y DIMENSIONES DE LA BRECHA. TIEMPO DE ROTURA

- **PRESAS DE MATERIALES SUELTOS**

  ROTURA PROGRESIVA EN EL TIEMPO. MODELO DE LA PROGRESIÓN LINEAL

A) TIEMPO DE ROTURA

$$T(horas) = \frac{4{,}8V^{0.5}(Hm^3)}{h(m)}$$

(V : Volumen embalse; h: Altura de presa)

B) FORMA Y DIMENSIONES DE LA BRECHA

Forma: Trapecial

Profundidad: Hasta el contacto con el cauce en el pie

Taludes : 1:1 (H:V)

Ancho medio de la brecha : $b(m) = 20\left[V(Hm^3).h(m)\right]^{0.25}$

CRITERIOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LA ROTURA POTENCIAL (III)

DATOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN DE LA ONDA DE AVENIDA

I) CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL CAUCE AGUAS ABAJO

- SE OBTENDRÁ EN GENERAL DE TOPOGRAFÍA EXISTENTE
- PUEDE SER NECESARIA LA REALIZACIÓN DE PERFILES TRANSVERSALES
- RESTITUCIÓN CON APOYO DE CAMPO DE ALGÚN VUELO EXISTENTE (No vale expedita)
- TOMA EN CAMPO DE COTAS DE BIENES POTENCIALMENTE INUNDABLES
- LA MORFOLOGÍA DEL CAUCE SE CONSIDERA CONSTANTE EN EL TIEMPO (Válidas topografías existentes)

CRITERIOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LA ROTURA POTENCIAL (IV)

DATOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN DE LA ONDA DE AVENIDA

II) RUGOSIDAD DEL CAUCE

- DATOS BIBLIOGRÁFICOS (Ven Te Chow)
- INSPECCIÓN VISUAL

III) OBSTRUCCIONES EN EL CAUCE Y FENÓMENOS LOCALES

- LOCALIZACIÓN DE OBRAS SINGULARES QUE PUEDAN PRODUCIR OBSTRUCCIONES SIGNIFICATIVAS (Terraplenes, carreteras, puentes....)
- SE CONSIDERA QUE ROMPEN CUANDO SE EMPIEZA A PRODUCIR VERTIDO
- **OBSTRUCCIÓN SIGNIFICATIVA**
  - *Superficie obstruida/Superficie total del cauce atravesado > 20%*
  - *Crea embalse temporal (Volumen > 5% del volumen onda de rotura*)

CRITERIOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LA ROTURA POTENCIAL (V)

ESTIMACIÓN DE RIESGOS (DAÑOS) AGUAS ABAJO

- **CARTOGRAFÍA DE LA POTENCIAL ZONA INUNDABLE**

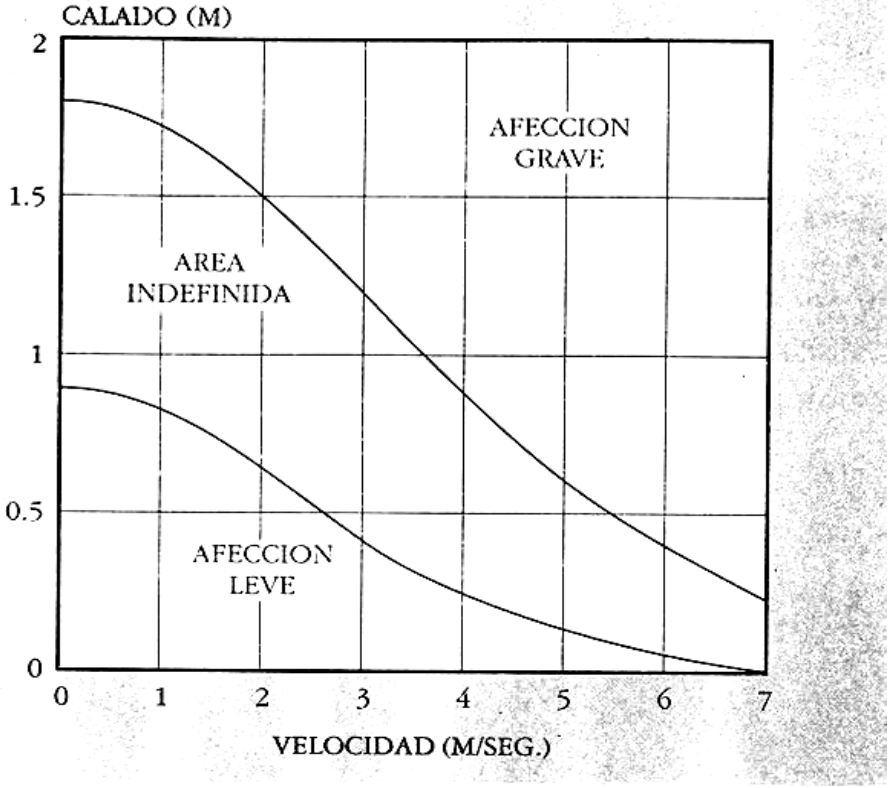
  DEBE REFLEJAR EL ESTADO ACTUAL DE OCUPACIÓN DE LA MISMA (viviendas, estructuras habitadas, servicios esenciales…)

- **AFECCIONES Y DAÑOS POTENCIALES SERÁN FUNCIÓN DE LAS VARIABLES HIDRÁULICAS OBTENIDAS CON LA MODELIZACIÓN: CALADO Y VELOCIDAD**

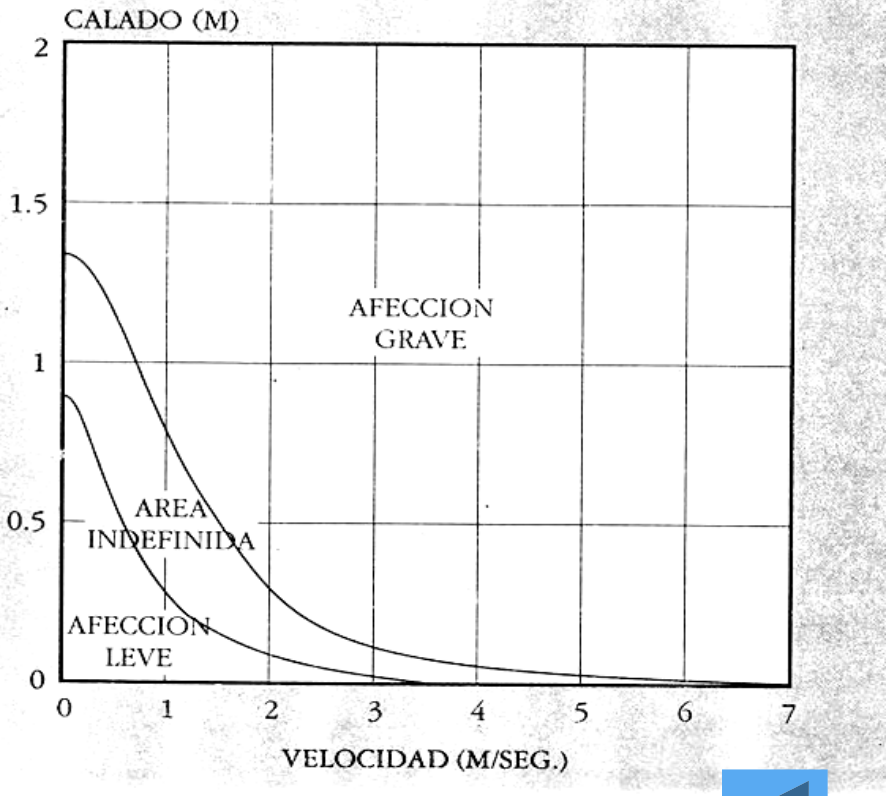
  RELACIONES EMPÍRICAS: $AFECCIONES = f(V.Y)$

  CURVAS QUE DEFINEN LÍMITES DE AFECCIÓN

RIESGO PARA VIDAS HUMANAS EN FUNCIÓN DEL CALADO Y LA VELOCIDAD
A) EN AREAS DE VIVIENDAS/NUCLEOS URBANOS



RIESGO PARA VIDAS HUMANAS EN FUNCIÓN DEL CALADO Y LA VELOCIDAD
B) EN CAMPO ABIERTO



METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA ROTURA POTENCIAL (I)

- LA GUÍA RECOMIENDA EL EMPLEO DE MODELOS HIDRÁULICOS DE TIPO COMPLETO
- HAY CLASIFICACIONES QUE RESULTAN OBVIAS (Métodos simplificados)
- LA GUÍA NO ES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

A) LÍMITE AGUAS ABAJO DEL ESTUDIO

- DEBE JUSTIFICARSE EN LA PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN
- SITUACIONES QUE PERMITEN ACOTARLO
  - *Afección de un elemento que conduzca a la clasificación "A"*
  - *Desembocadura del cauce en el mar*
  - *Entrada en otro embalse capaz de absorber la onda de rotura sin provocar vertidos*
  - *No existencia de potenciales elementos inundables aguas abajo*
  - *Se alcanza un valor del caudal inferior a la capacidad de desagüe del cauce*

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA ROTURA POTENCIAL (II)

- **ESCENARIOS DE ROTURA. METODOLOGÍA**

A) ROTURA SIN AVENIDA

B) ROTURA EN SITUACIÓN DE AVENIDA

C) AVENIDA MÁXIMA Y NO ROTURA DE LA PRESA

- **¿ POR DÓNDE SE EMPIEZA?**
- SI SE PREVÉN DAÑOS ALTOS ---------- **ESCENARIO A**
- SI SE PREVÉN DAÑOS REDUCIDOS---------- **ESCENARIO B**

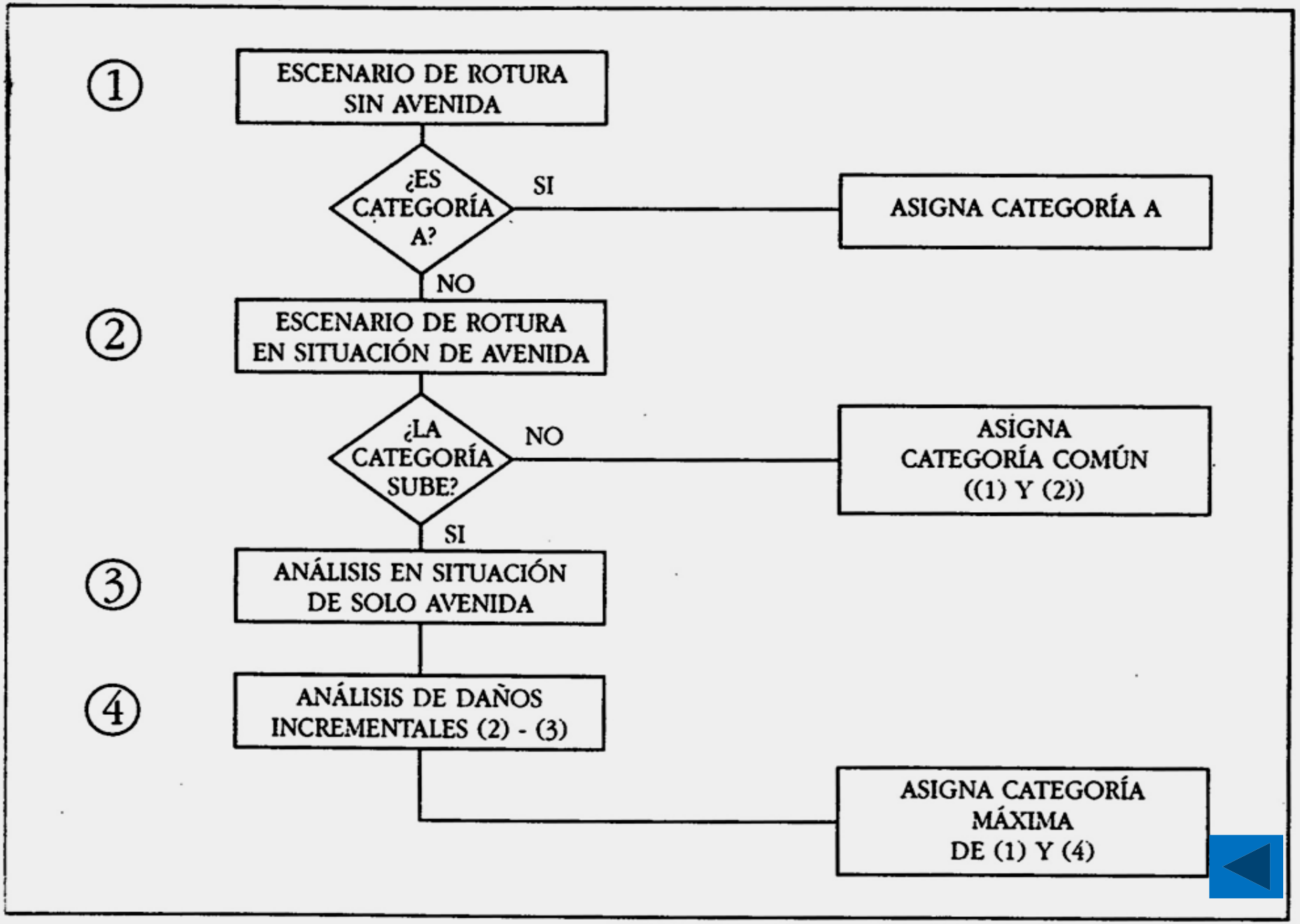
- **RESULTADOS DEL ANÁLISIS**
- **COMIENZO POR ESCENARIO A**

  Si se deriva la clasificación **A** será directamente **ADOPTADA**
- **COMIENZO POR ESCENARIO B**

  Si se deriva la clasificación **C** será directamente **ADOPTADA**

  Si ESTO NO OCURRE ---------- APLICACIÓN DEL DIAGRAMA

PROCESO DE CLASIFICACIÓN



MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA FORMACIÓN Y PROPAGACIÓN DE LA ONDA DE ROTURA (I)

- MÉTODO COMPLETO (Modelos hidráulicos completos)
- MÉTODO SIMPLIFICADO DE MODELIZACIÓN
- MÉTODO SIMPLIFICADO DE LAS CURVAS ENVOLVENTES
- MÉTODO MIXTO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO

LA GUÍA RECOMIENDA, EN GENERAL, EL MÉTODO COMPLETO

EN CASOS DE CLASIFICACIONES OBVIAS RECOMIENDA EL EMPLEO DE MÉTODOS Y MODELOS SIMPLIFICADOS

SOLAMENTE LAS PROPUESTAS DE CLASIFICACIÓN EN CATEGORÍA "A" SERÁN ADMITIDAS SIN EL EMPLEO DE NINGUNA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA ONDA, AUNQUE DEBEN SER DOCUMENTADAS Y JUSTIFICADAS.

MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA FORMACIÓN Y PROPAGACIÓN DE LA ONDA DE ROTURA (II)

1. MÉTODO COMPLETO (Modelos hidráulicos completos)

- **REGIMEN VARIABLE**
- **MODELO DAMBRK (National Weather Service, USA)**
- **MODELO FLDWAV (National Weather Service, USA)**
- **MODELOS UNIDIMENSIONALES**
- Puede haber zonas que necesiten analizarse con modelos bidimensionales o aproximaciones cuasi-bidimensionales

2. MÉTODO SIMPLIFICADO DE MODELIZACIÓN

- **MODELO SMPDBK (N.W.S.,USA)**
- Muy sencillo y utilizable con una mínima potencia computacional
- Exactitud limitada
- Utiliza curvas de amortiguamiento tipificadas, obtenidas con el DAMBRK

MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA FORMACIÓN Y PROPAGACIÓN DE LA ONDA DE ROTURA (III)

3. MÉTODO SIMPLIFICADO DE LAS CURVAS ENVOLVENTES

- APLICACIÓN DIRECTA DE VARIAS FAMILIAS DE CURVAS
- Corresponde solamente al escenario de ROTURA SIN AVENIDA
- Comprobación de clasificaciones que hagan prever CATEGORÍA A o más relativamente C
- Curvas envolventes de mínimos : si se prevé CATEGORÍA A
- Curvas envolventes de máximos : si se prevé CATEGORÍA C
- Método muy sencillo, pero rango de aplicación limitado
- **La generalización de la disponibilidad de medios informáticos y el carácter público del SMPDBK y FLDWAV lo dejan en la práctica fuera de lugar**

MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA FORMACIÓN Y PROPAGACIÓN DE LA ONDA DE ROTURA (IV)

4. MÉTODO MIXTO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO

- **APLICACIÓN SUCESIVA DE TRES FASES**
  - Determinación del caudal punta de rotura
  - Propagación de la onda a lo largo del cauce (Muskingum, Puls, Onda cinemática....)
  - Determinación de niveles de agua en el cauce en régimen permanente (HEC-RAS....)

NWS FLDWAV MODEL:

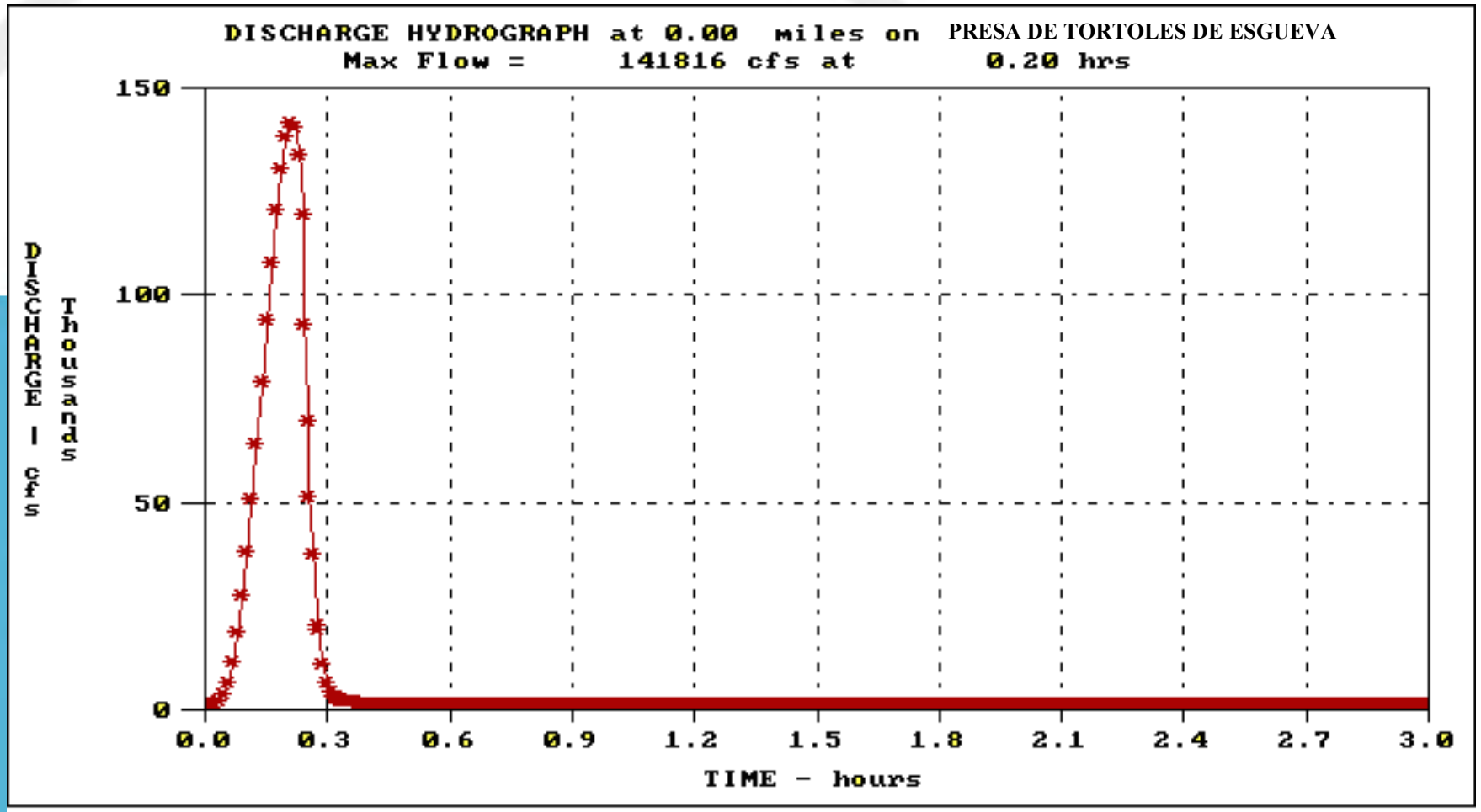
THEORETICAL DESCRIPTION **by D.L. Fread**

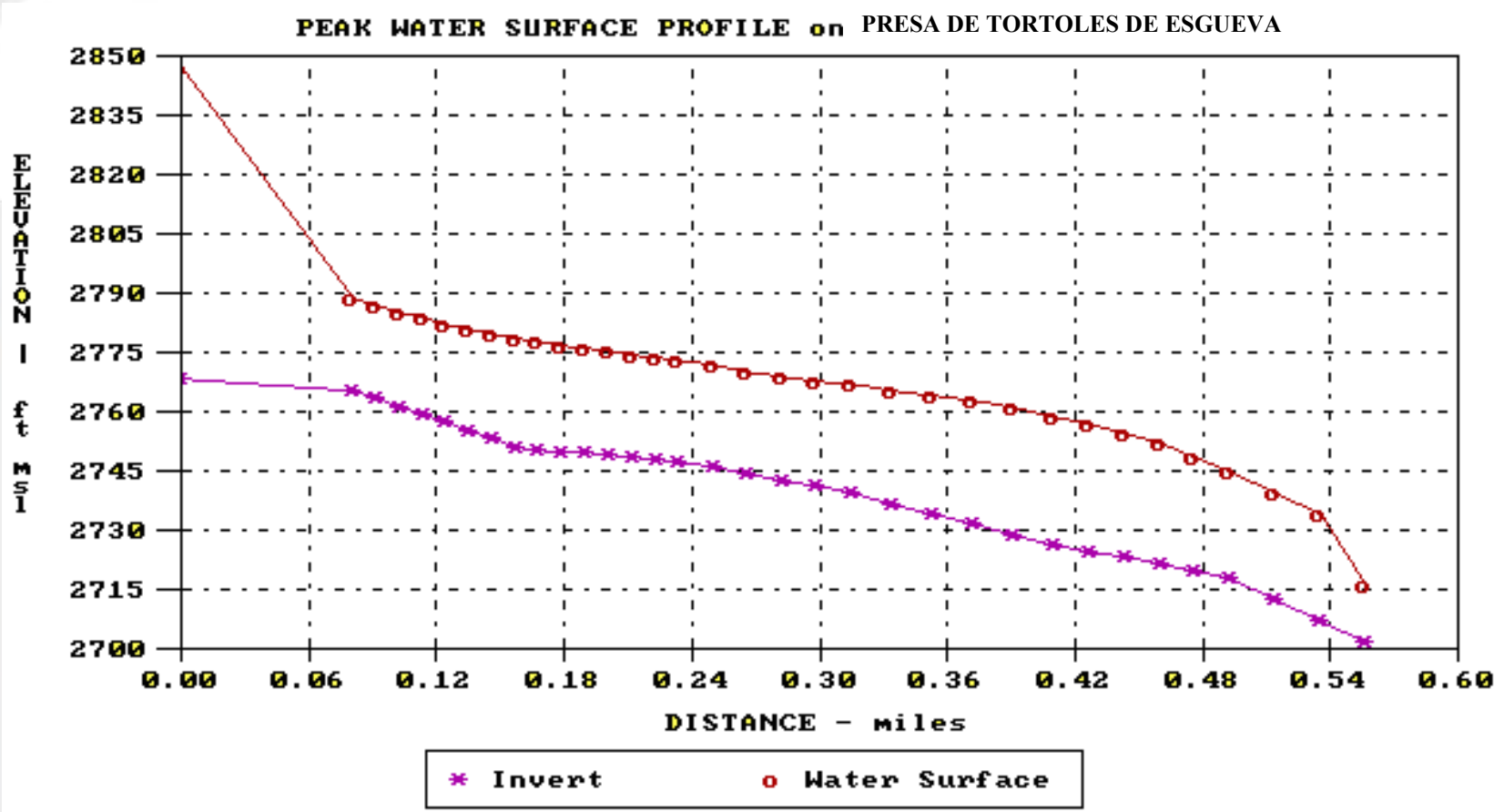
USER DOCUMENTATION **by J.M. Lewis**

November 28, 1998

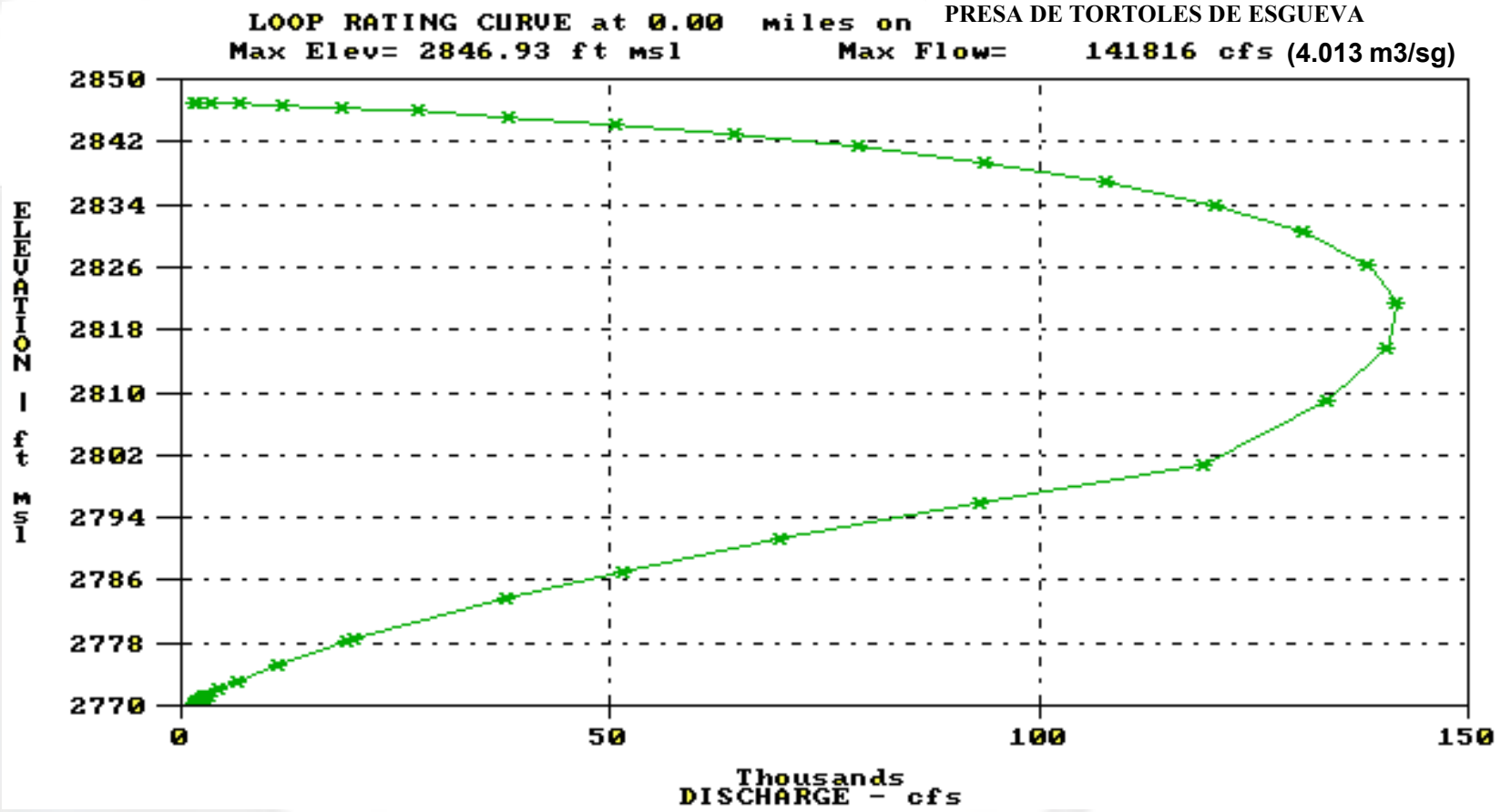
Hydrologic Research Laboratory
Office of Hydrology
National Weather Service (NWS), NOAA
Silver Spring, Maryland 20910

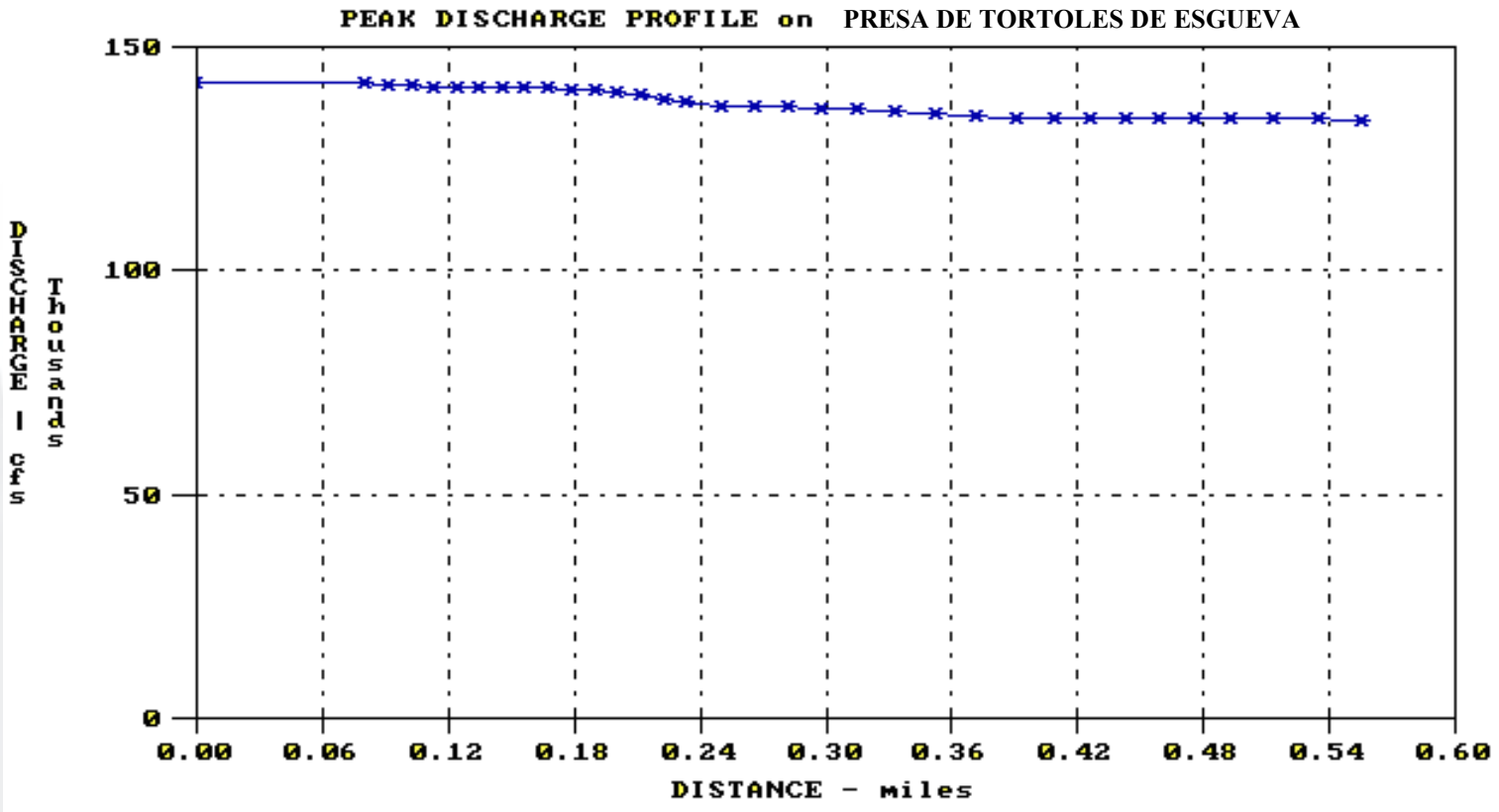
Tragsa Grupo
ATEBA Asociación Técnica Española de Balsas y Pequeñas Presas


DISCHARGE HYDROGRAPH at 0.00 miles on PRESA DE TORTOLES DE ESGUEVA
Max Flow = 141816 cfs at 0.20 hrs
DISCHARGE - cfs
Thousands
150
100
50
0
0.0
0.3
0.6
0.9
1.2
1.5
1.8
2.1
2.4
2.7
3.0
TIME - hours


PEAK WATER SURFACE PROFILE on PRESA DE TORTOLES DE ESGUEVA
ELEVATION | ft MSL
2850
2835
2820
2805
2790
2775
2760
2745
2730
2715
2700
0.00
0.06
0.12
0.18
0.24
0.30
0.36
0.42
0.48
0.54
0.60
DISTANCE - miles
Invert
Water Surface

PRESA DE TORTOLES DE ESGUEVA

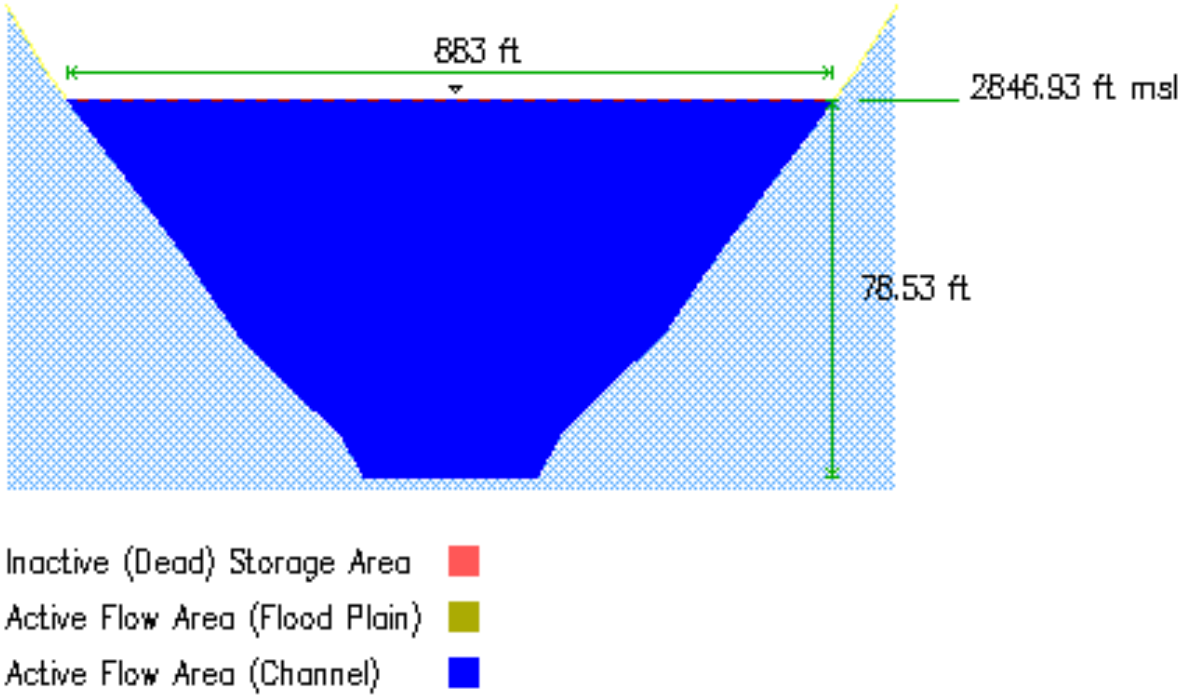



PEAK DISCHARGE PROFILE on PRESA DE TORTOLES DE ESGUEVA
150
100
50
0
DISCHARGE - cfs
Thousands
0.00
0.06
0.12
0.18
0.24
0.30
0.36
0.42
0.48
0.54
0.60
DISTANCE - miles

PRESA DE TORTOLES DE ESGUEVA

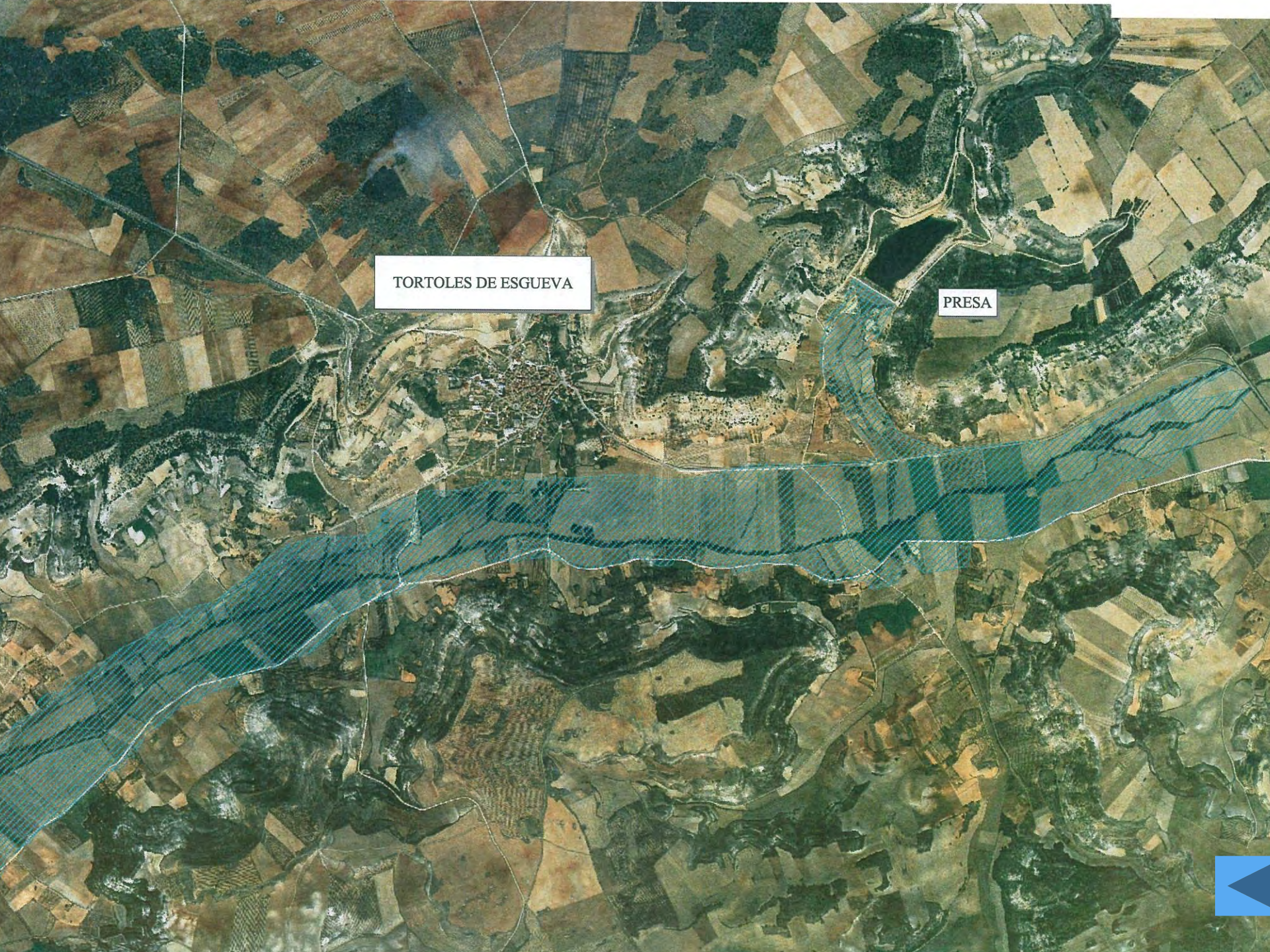
RIO ESGUEVA

Peak Conditions in Cross Section at 0.00 miles



Tragsa Grupo

ATEBA Asociación Técnica Española de Balsas y Pequeñas Presas


TORTOLES DE ESGUEVA
PRESA