



Colegio de Ingenieros
de Caminos, Canales y
Puertos



Agència Catalana
de l'Aigua

camins.cat

JORNADA SOBRE PRESAS Y GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS

LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS EMBALSES

Lourdes Ortega Santos

mail: l.ortega@pyg.es



Recursos hídricos:

- Captación
- Regulación
- Distribución
- Gestión

Ecosistema fluvial:

- Componentes
- Procesos
- Funciones
- Relaciones



Los ríos y acuíferos son
piezas fundamentales de
nuestros recursos hídricos

Actividades económicas:

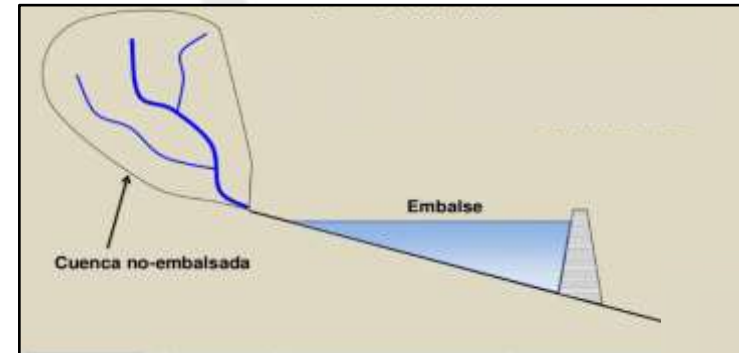
- Abastecimiento
- Regadío
- Generación energía
- Industria

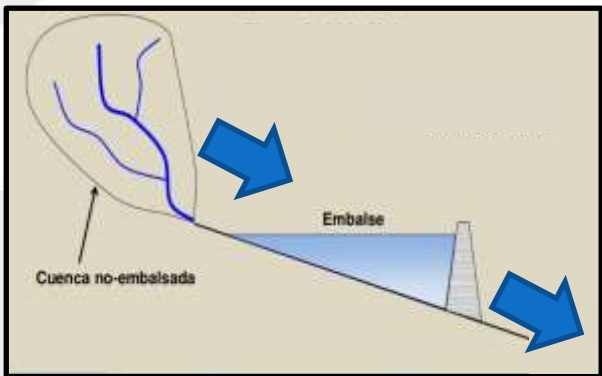
Activo del Patrimonio Cultural y Sentimental:

- Históricos, Artísticos
- Técnicos, Paisajísticos
- Identidad, Arraigo
- Espiritualidad









La gestión ambiental debe realizarse a distintos niveles territoriales y por todas las administraciones convenientemente coordinadas, en el que el titular es una parte más del eslabón.

En la CUENCA:

- ✓ Estado de la sedimentación
- ✓ Contaminación difusa
- ✓ Vertidos de aguas residuales

En el EMBALSE:

- ✓ Calidad de las aguas
- ✓ Cantidad y calidad de sedimentos
- ✓ Especies invasoras
- ✓ Uso social

En el RÍO AGUAS ABAJO:

- ✓ Alteración geomorfológica
- ✓ Alteración hidrológica, caudales ambientales
- ✓ Estado ecológico del río
- ✓ Grado de ocupación de zonas inundables

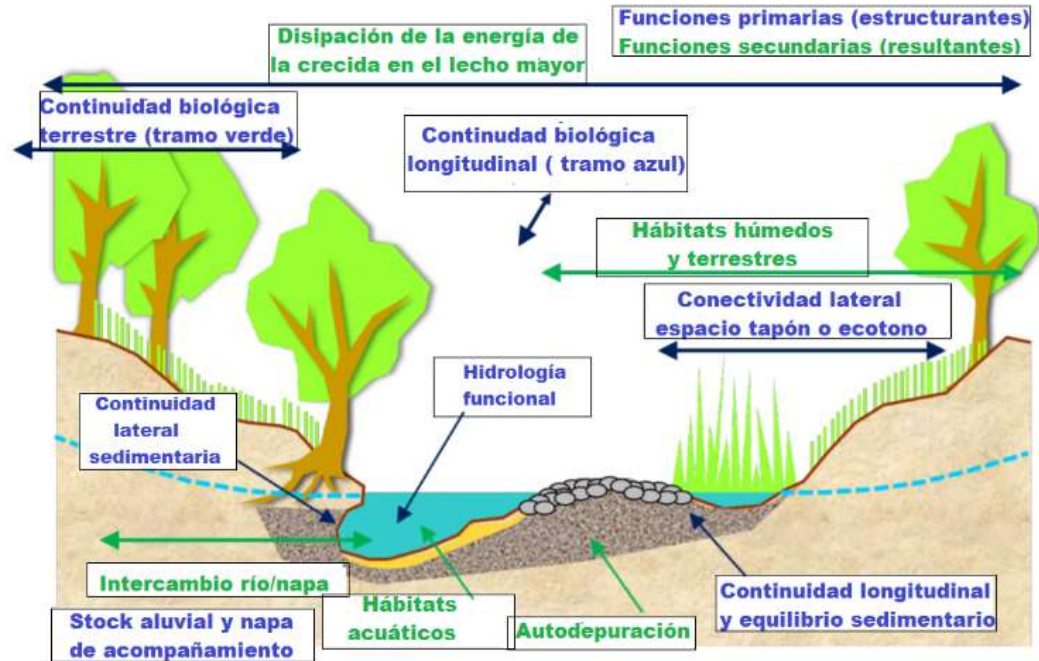
En el TERRITORIO:

- ✓ Adecuaciones ambientales
- ✓ Otros datos: figuras de protección, hábitats de interés...
- ✓ Patrimonio cultural

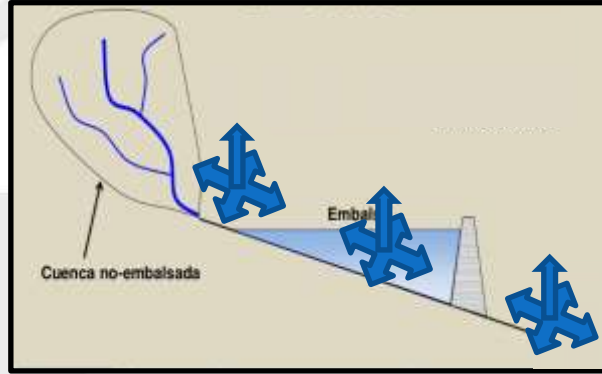


La gestión ambiental de los embalses supone garantizar la continuidad en el tiempo de la explotación del embalses y sus recursos hídricos en armonía con los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados y de los cuales forma parte.

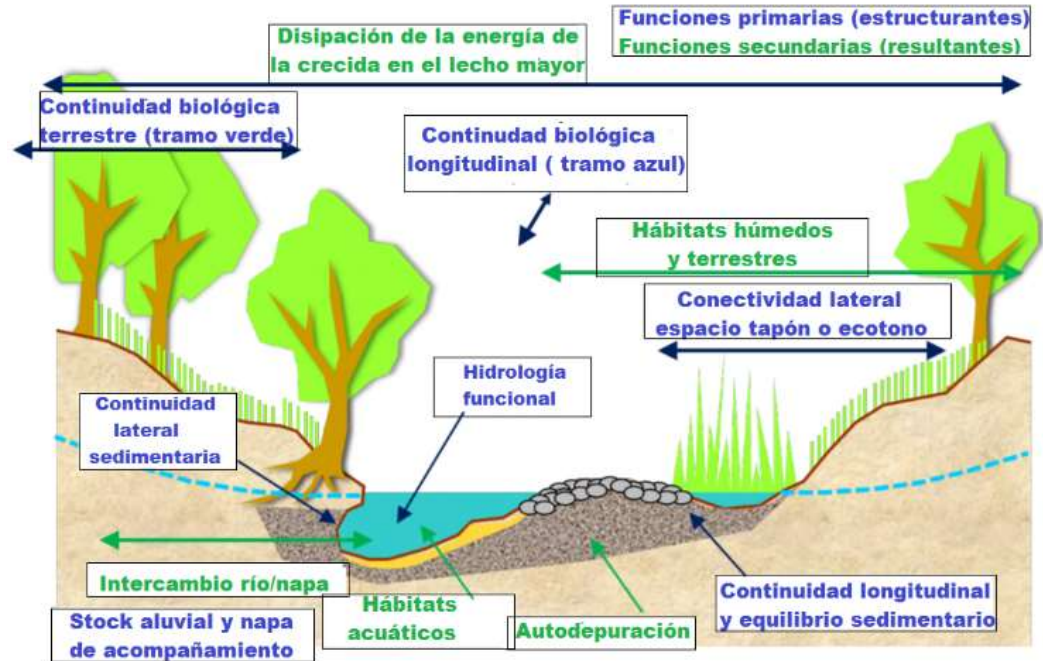
El río y sus múltiples interacciones



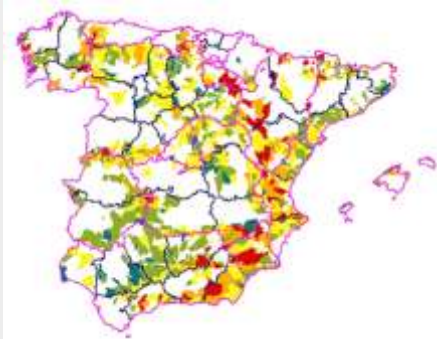
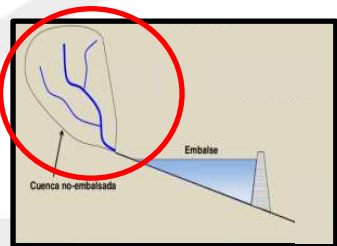
Fuente: SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX - SDAGE (2016). *Délimiter l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau. Guide technique (2016-2021)* Agence de l'eau RMC- Bassin Rhône Méditerranée, France.



El río y sus múltiples interacciones



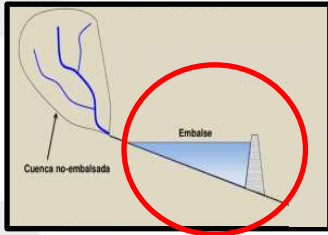
Fuente: SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX - SDAGE (2016). *Délimiter l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau. Guide technique (2016-2021)* Agence de l'eau RMC- Bassin Rhône Méditerranée, France.



Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de Restauración Hidrológico-forestal, control de la erosión y lucha contra la desertificación. Diciembre 2001

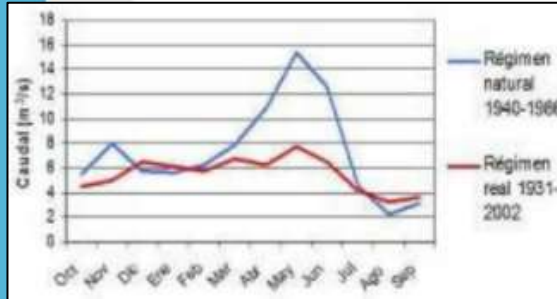
La cuenca vertiente:

- Calidad del agua:
 - Características naturales del entorno (litología)
 - Aspectos antrópicos (contaminaciones puntuales y difusas)
- Erosión: (determina la carga sedimentaria)
 - Características naturales (litología, relieve, clima)
 - Aspectos antrópicos (usos del suelo, niveles de conservación de la cubierta vegetal)
- Cantidad de agua:
 - Características naturales: balance hídrico global y su distribución temporal
 - Aspectos antrópicos: concesiones aguas arriba

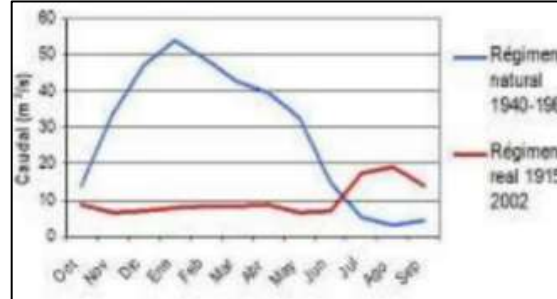


El embalse:

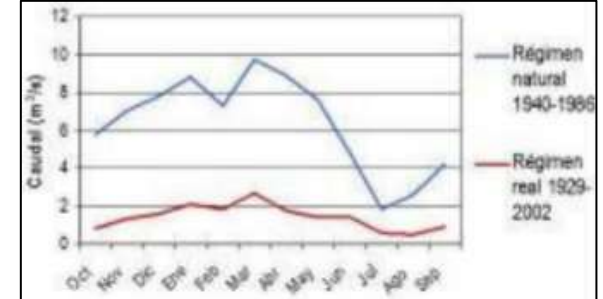
- Tipo de embalse (uso):
 - Gestión del agua embalsada, régimen de caudales
 - Caudales aportadas aguas abajo



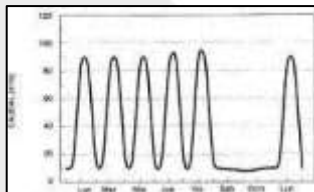
Aprovechamiento hidroeléctrico río Aragón, aguas arriba de Jaca (E. A018)



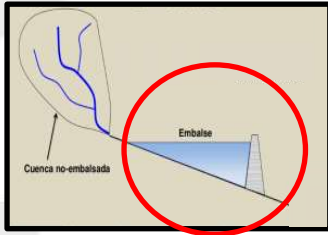
Agua para regadío. Río Ebro en Arroyo (E. A026)



Agua para abastecimiento. Embalse de Vadiello. Ciudad de Huesca (E. A032)

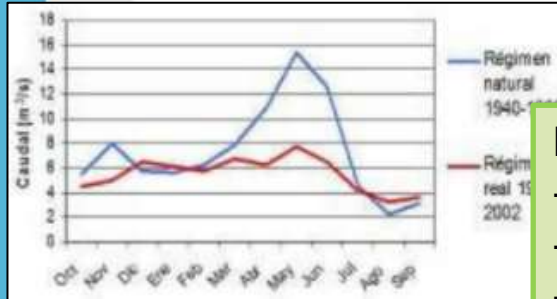


Fluctuación semanal del caudal provocado por la explotación de una central hidroeléctrica

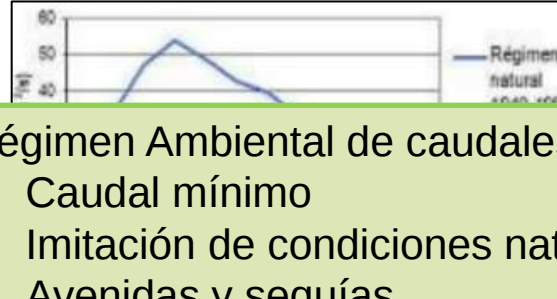


El embalse:

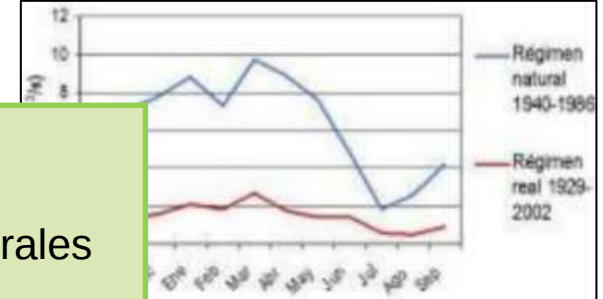
- Tipo de embalse (uso):
 - Gestión del agua embalsada, régimen de caudales
 - Caudales aportadas aguas abajo



Aprovechamiento hidroeléctrico río Aragón, aguas arriba de Jaca (E. A018)



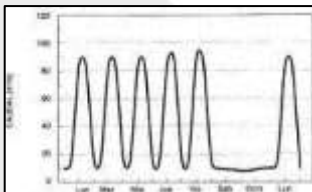
Agua para riego. Río Ebro en Arroyo (E. A026)



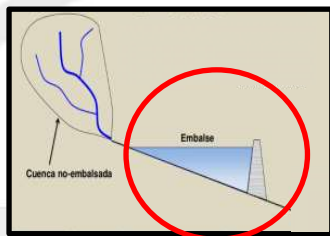
Agua para abastecimiento. Embalse de Vadiello. Ciudad de Huesca (E. A032)

Régimen Ambiental de caudales

- Caudal mínimo
- Imitación de condiciones naturales
- Avenidas y sequías



Fluctuación semanal del caudal provocado por la explotación de una central hidroeléctrica



El embalse:

- Calidad del agua:
- Eutrofización

TIPO DE ACTUACIÓN	NIVELES DE APLICACIÓN	POSIBLES ASPECTOS A CONSIDERAR O SOBRE LOS QUE ACTUAR
Gestión	Cuenca tributaria	• Depuración de aguas residuales • Desviación ("by-pass") de tributarios • Control de la contaminación difusa • Restauración hidrológico-forestal
Gestión	Agua embalsada	• Curva-gula de explotación del nivel de embalse y control de tiempo de residencia medio global y selectivo • Programación de vaciados periódicos • Instalación de equipos de aireación hipolimnética o de mezcla vertical de la columna de agua
	Comunidades Acuáticas del embalse	• Modificación de la estructura trófica • Manejo de zonas de cola de embalses como "filtros verdes"
	Agua y comunidades río abajo	• Aireación de las aguas salientes del embalse • Aumento de la capacidad de aireación del cauce • Implantación de un régimen de caudales de mantenimiento
Tratamiento	Agua embalsada	• Floculantes y precipitantes • Oxidantes
	Sedimentos del embalse	• Secado y aireación mecánica • Extracción • Oxidación
	Comunidades acuáticas del embalse	• Extracción mediante medios mecánicos • Alguicidas y desinfectantes • Aplicación de productos químico-biológicos

Medidas de gestión y adecuación ambiental de embalses frente a la eutrofia

Antoni Palau Sureda

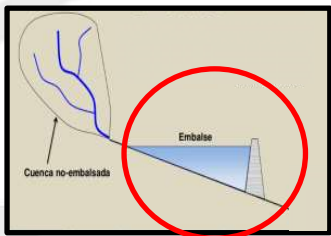
Limnologia 22(1-2): 1-13 (2007). DOI: 10.23818/Limnologia.22.01
© Asociación Británica de Limnología, Madrid, Spain. ISSN: 0213-8449



Embalse del Umia (Pontevedra)



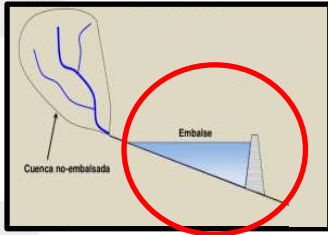
Embalse de Val (Zaragoza)



El embalse:

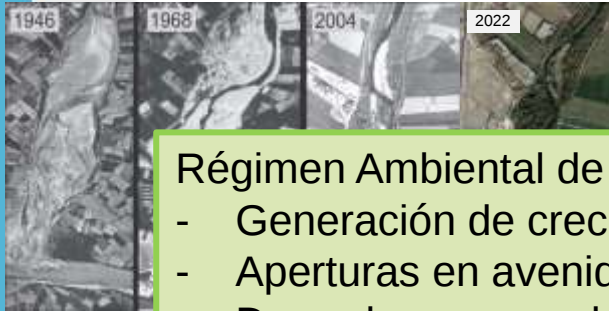
- Gestión de la sedimentación: (interrupción del caudal sólido hacia aguas abajo)
 - Reducción de la capacidad del vaso
 - Reducción aportes sólidos aguas abajo, con aparición de incisiones progresivas
 - Si cauces aguas abajo tienen aportes de sedimentos importantes, el caudal líquido puede no ser capaz de transportarlos, generando sedimentación que colonizará la vegetación, estrechando los cauces y agravando el problema
 - Posible captura en el sedimento del embalse de sustancias contaminantes de la cuenca





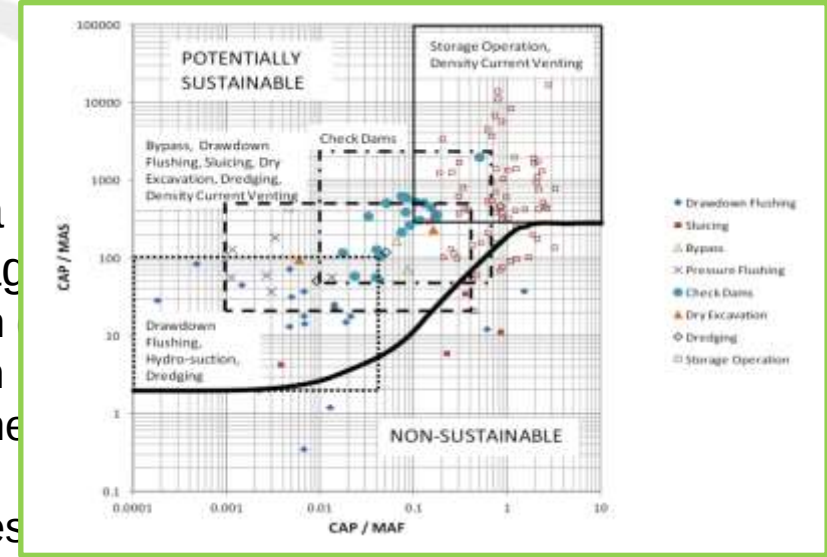
El embalse:

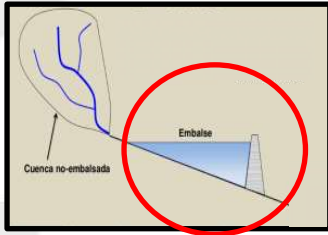
- Gestión de la sólido hacia aguas abajo
- Reducción de la velocidad de incisión
- Si cauces importantes



Régimen Ambiental de caudales sólidos / Plan de Gestión del sedimento:

- Generación de crecidas
- Aperturas en avenidas
- Dragado vaso y valorización del sedimento
- Inyecciones programadas sedimento aguas abajo
- Creación de canales específicos para caudales de avenidas

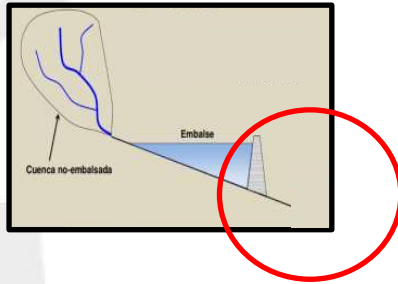




El embalse:

- Especies invasoras:
 - Presencia en el embalse y dispersión al sistema fluvial (peces, mejillón cebra, jacinto de agua)

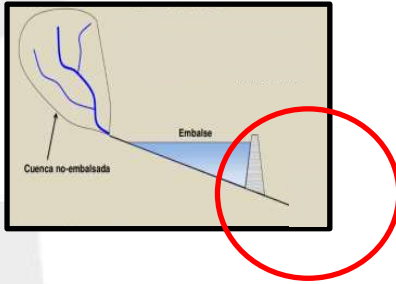




El tramo de río aguas abajo:

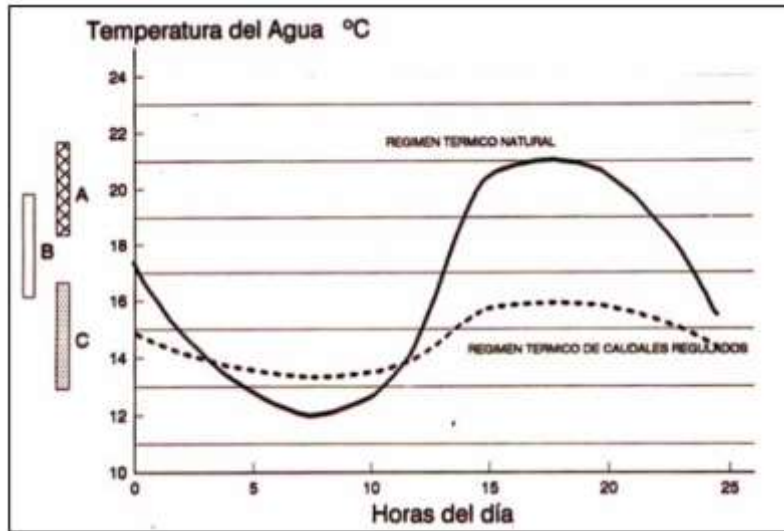
- Estructura del río y zonas inundables:
 - Rotura del equilibrio y establecimiento de uno nuevo
 - Ocupación de las zonas inundables y del DPH



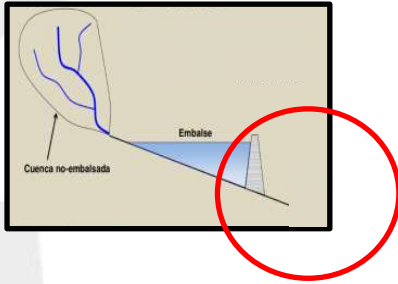


El tramo de río aguas abajo:

- Calidad del agua:
 - Comprobación de la calidad de las aguas que se sueltan (parámetros físicoquímicos, temperatura, ...)

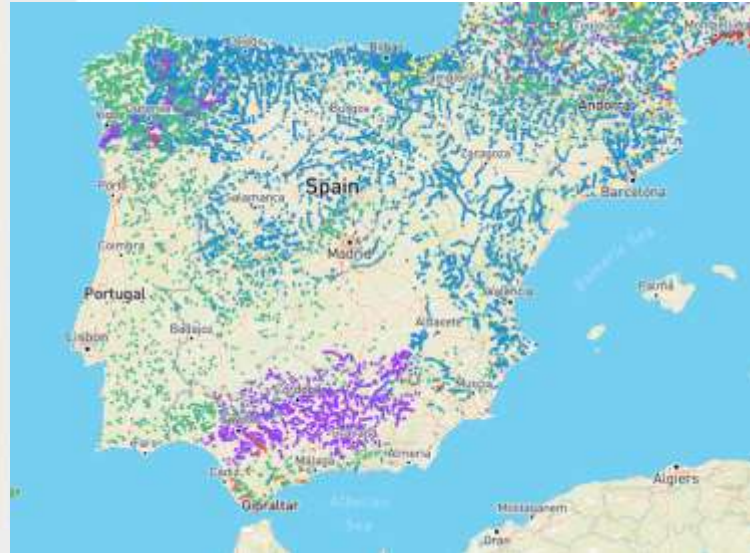


Exclusión comparativa de las especies A y B por la especie C al pasar del régimen térmico natural al regulado. En ordenadas los rangos de temperaturas óptimas de las tres especies



El tramo de río aguas abajo:

- Efecto barrera para especies:
 - Disminución drástica de los grandes migradores



Instalación de dispositivos de franqueo

- Ríos artificiales
- Escalas
- Protecciones durante la migración de bajada

Atlas de Barreras
(web del proyecto AMBER)



AGUA Y SEDIMENTOS

- Calidad
- Cantidad
- Régimen



ESPACIO VITAL

- Dinámica Geomorfológica
- Funciones: Biotopo; Corredor; Filtro; Barrera



DESENCADENA DE MANERA AUTÓNOMA
LOS PROCESOS QUE MANTIENEN EL
ECOSISTEMA FLUVIAL EN EQUILIBRIO
DINÁMICO



En presas existentes: Adecuar su gestión y explotación a los requisitos ambientales y sociales que demanda el entorno.



PRESA DE BARASONA

NUEVA TOMA DE REGULACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO. La Confederación Hidrográfica del Ebro y los usuarios de la Comunidad del Canal de Aragón y Cataluña trabajaron en una nueva toma de regulación de caudales ecológicos en el embalse de Barasona (HUESCA).

El conducto actual está ubicado en el desagüe de fondo de la margen derecha y no cuenta con ningún tipo de protección previa a su embocadura, pudiendo obturarse con un tronco o piedra y quedar así fuera de servicio. Además, debido a la cota de embocadura, el agua que sale por dicha toma se encuentra a baja temperatura, está poco oxigenada y con bastante turbidez.



PRESA DE ALARCON

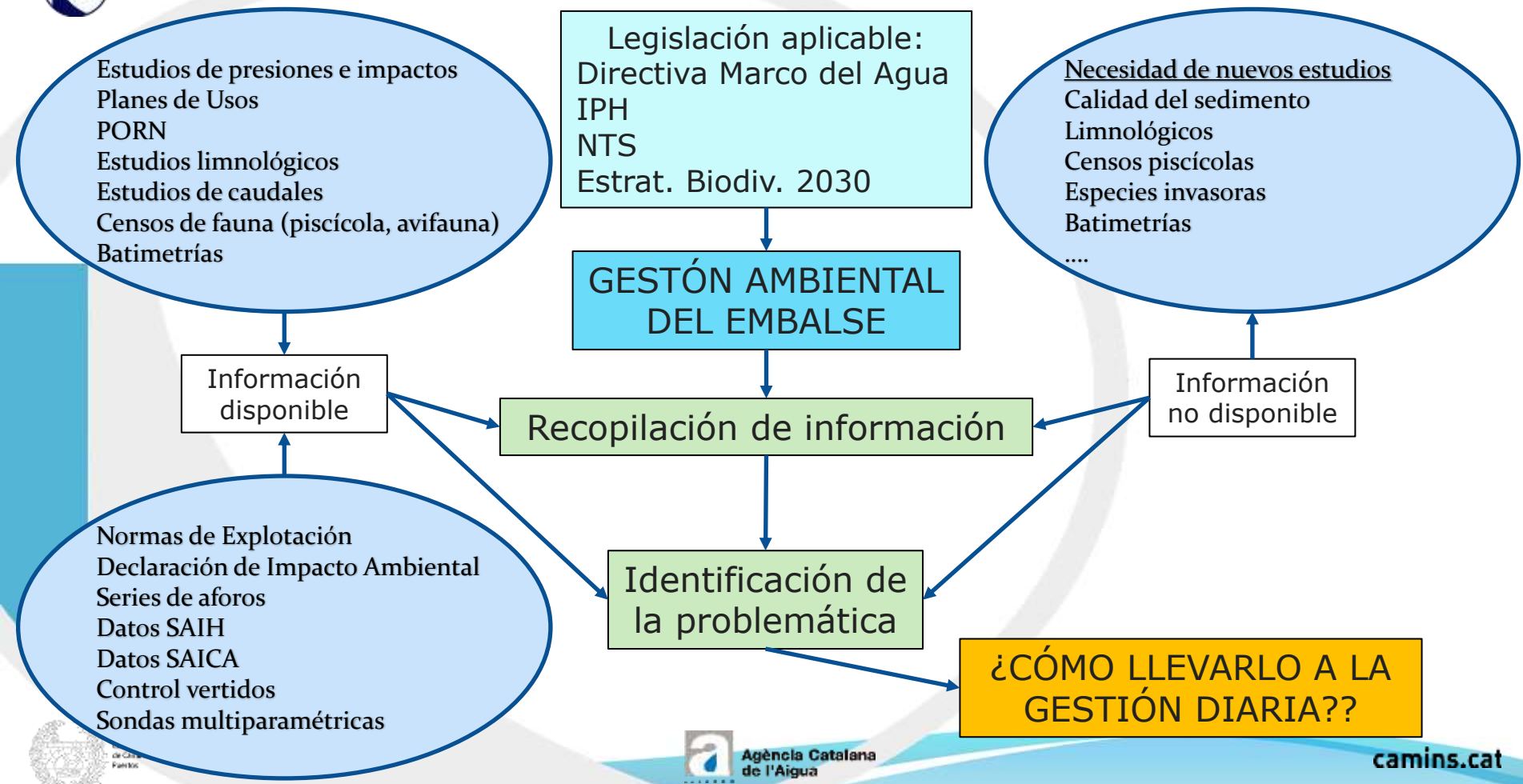
REMODELACIÓN DE LA SALIDA DE LOS DESAGÜES DE FONDO. La disposición actual de las válvulas howellbunger de los desagües de fondo proporciona un excelente funcionamiento hidráulico al conjunto de este órgano de desagüe, si bien la apertura de los chorros a 45º origina una neblina de proporciones excesivas, la cual combinada con las extremadas temperaturas de la zona en invierno,



da lugar a la formación de hielo sobre las especies arbóreas existentes en la ladera izquierda, aguas abajo de la presa. Para suprimir este efecto pernicioso, se ha previsto la colocación de sendas campanas deflectoras a la salida de las válvulas, que sin reducir el efecto disipador de energía que proporcionan éstas, concentran los chorros hacia una forma más cilíndrica, evitándose de esta manera la formación de la extensa neblina.

En presas de nueva construcción:
Implementar desde su construcción las
medidas que garanticen los requisitos
ambientales y sociales que demanda el
entorno.





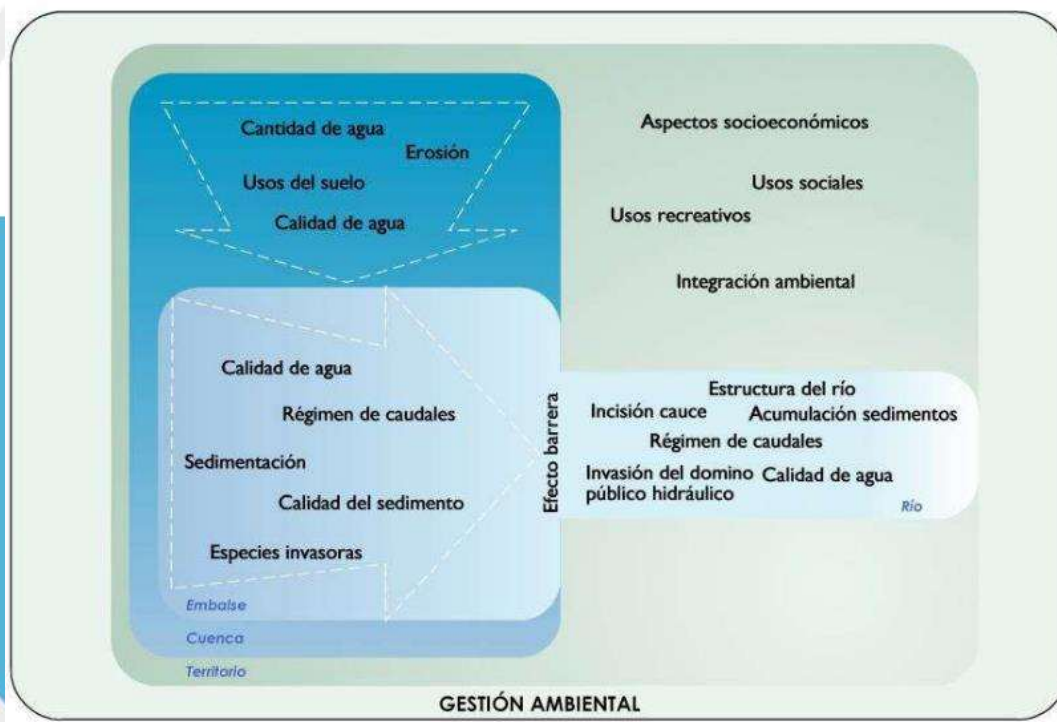
HERRAMIENTA: NORMAS DE EXPLOTACIÓN



GUÍA PARA ELABORACIÓN DE NORMAS DE EXPLOTACIÓN DE PRESAS Y EMBALSES (AÑO 2013)

Ámbito de aplicación.

La figura central de las Normas de Explotación debe ser el embalse. Por ello debe entenderse que dentro del concepto genérico de presa se integran tanto la propia presa principal como el embalse, los eventuales diques de collado y todas las instalaciones asociadas a los elementos anteriores, así como el entorno inmediato aguas arriba y aguas abajo.



Las Normas de Explotación deben considerarse en un sentido general como el elemento integrador de todos los aspectos relacionados con la explotación de la presa y su embalse, si bien destacando los aspectos de seguridad sobre los que debe dar su conformidad la Administración competente en la materia.

CONTENIDOS AMBIENTALES DE LAS NORMAS DE EXPLOTACIÓN

Las Normas deben contener (cap. VII, Guía 2013):

1. Condicionantes **ambientales** durante explotación normal y en situaciones extraordinarias
2. Condiciones para garantizar **caudales mínimos** medioambientales y caudales mínimos de mantenimiento del cauce
3. Condiciones para la mejor selección de la **toma** en cada momento
4. Limitaciones en caso de situarnos en espacios de la **Red Natura 2000**
5. Condicionantes del **Programa de Vigilancia Ambiental**, si existe. Elementos y frecuencias de control, periodicidad de los informes
6. Caso de no existir Programa de Vigilancia Ambiental, condicionantes de la **legislación vigente** y las buenas prácticas ambientales

CONTENIDOS AMBIENTALES DE LAS NORMAS DE EXPLOTACIÓN

7. Controles **específicos** para:

- Estratificación térmica
- Eutrofización
- Vida piscícola en el embalse
- Usos de las márgenes y riberas
- Vertidos al embalse
- Seltas en situaciones normales
- Seltas en situaciones extraordinarias (vaciados completos)
- Características de los lodos y aporte de sólidos



CONTENIDOS AMBIENTALES DE LAS NORMAS DE EXPLOTACIÓN

8. Protocolos de actuación para actuaciones concretas de **mantenimiento y conservación**:

- Pruebas de funcionamiento y operaciones de mantenimiento de los desagües de fondo y tomas
- Despeje de vegetación y sedimentos de zonas del cuenco
- Mantenimiento de las líneas eléctricas
- Mantenimiento de los caminos de acceso
- Trabajos de repintado y reposiciones de elementos metálicos
- Actuaciones de mantenimiento en las márgenes del embalse



CONTENIDOS AMBIENTALES DE LAS NORMAS DE EXPLOTACIÓN

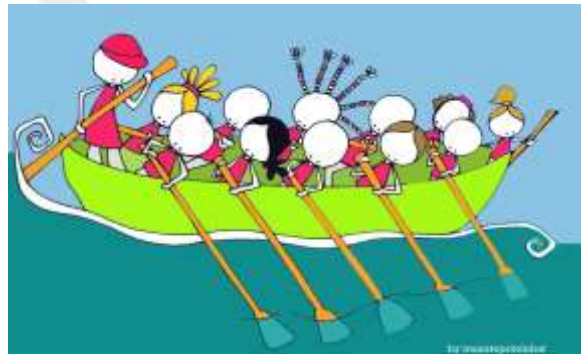
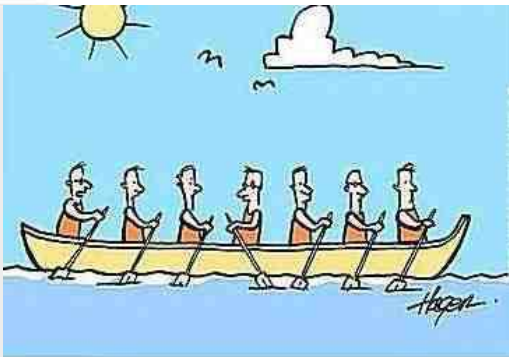
AÑOS ANTERIORES

..... resultando interesante que dicho protocolo cuente con la pertinente autorización ambiental de forma que no se precise repetir la tramitación ambiental cada vez que vaya a ejecutarse una determinada actuación (año 2013)



AÑO 2022

INTEGRACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES EN LAS NORMAS DE EXPLOTACIÓN



- Incorporación de los aspectos recomendados en la Guía
- Redacción de protocolos de actuación concretos
- Apoyo en las legislaciones posteriores: Ley de Impacto Ambiental (2013 / 2018)

EJEMPLOS



Descargando agua de dos niveles
(Xiaolangdi, río Amarillo, China)



DANA 2019

EJEMPLOS

Ejemplo de una corriente de turbiedad pasando por un embalse hidroeléctrico.

Turbiedad aguas abajo de la represa

Represa

Agua clara superficial dentro del embalse

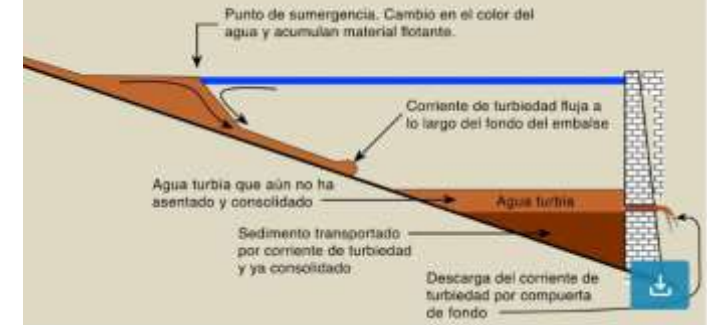
Agua turbia entrando al embalse

Represa Dos Bocas
Puerto Rico



Patrón del Movimiento de una Corriente de Turbiedad a través de un Embalse

La deposición de sedimentos de repetidos se caracteriza por un lecho horizontal que se extiende aguas arriba de la presa.



EJEMPLOS

Dragado en Bajo Anchicayá (Colombia)

Dragado continuo desde 1962 para mantener la bocatoma libre de acumulación de sedimentos. Las dragas tienen motores eléctricos. Se descarga aguas debajo de la presa.

Draga con motores eléctricos

Dragalina Fija "Sauerman" para sedimento grueso

Presa



EJEMPLOS

Río Buñol
Marzo, 2019

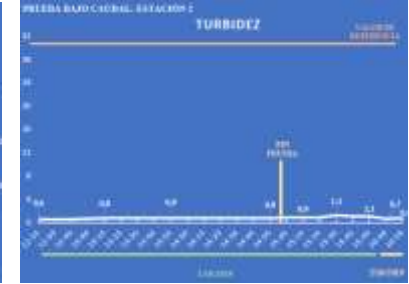


Río Cazuma
Cuenca vertiente E. Escalona
Construcción: 1987. Imagen: 2009

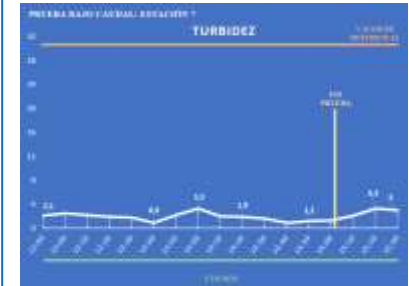
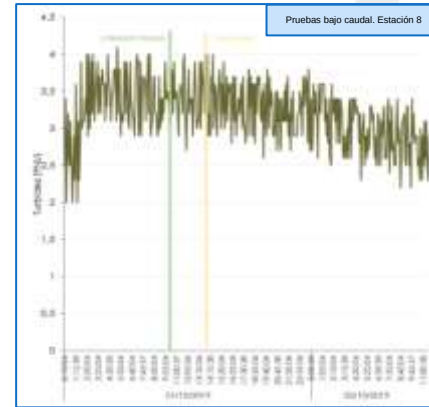


EJEMPLOS

Embalse del Eume

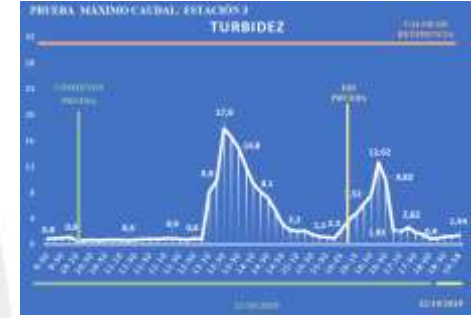
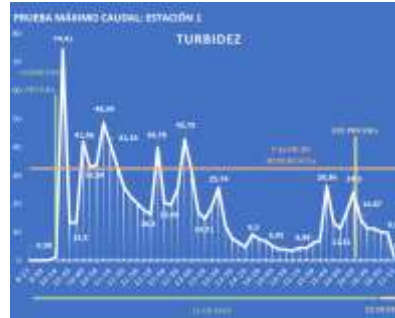


Prueba Preliminar	Tiempo de maniobra (minutos)	Tiempo de estabilización (minutos)
0,3 m ³ /s	5	5
0,7 m ³ /s	5	5
1,4 m ³ /s	5	5
2,1 m ³ /s	5	5
2,8 m ³ /s	5	5

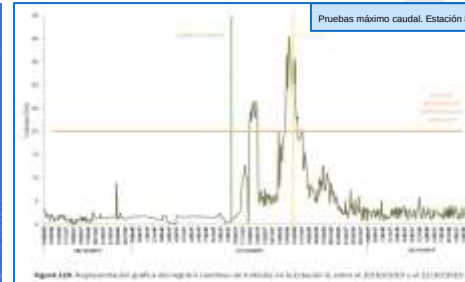
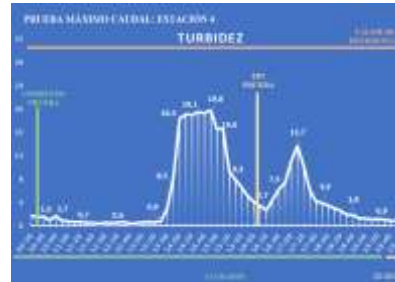


EJEMPLOS

Embalse del Eume

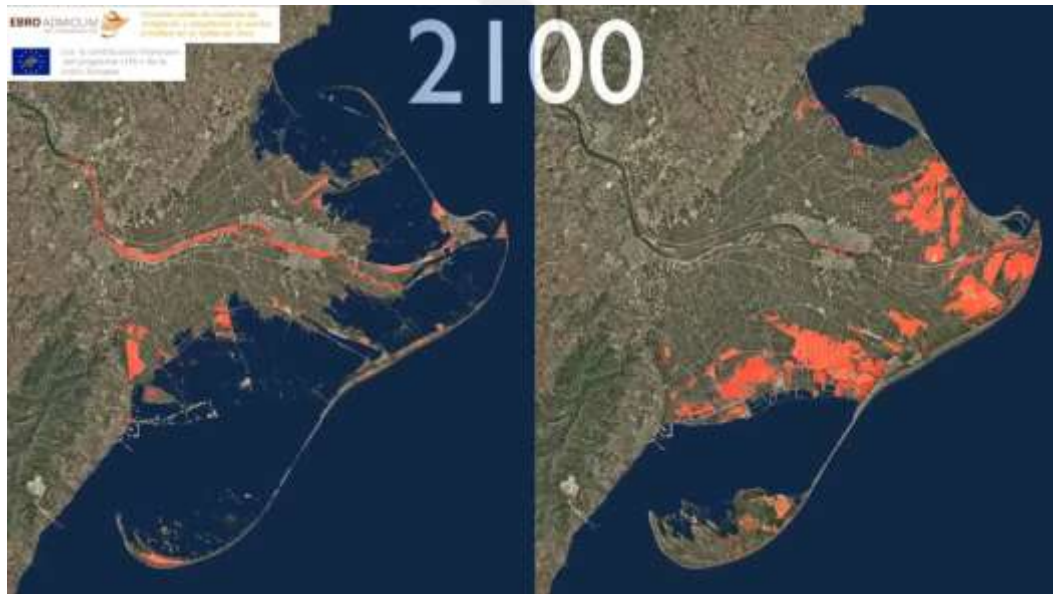


Prueba condiciones normales explotación	Tiempo de maniobra (minutos)	Tiempo de estabiliz. (minutos)
2,8 m³/s	15	5
5,2 m³/s	15	10
13 m³/s	15	15
26 m³/s	10	20
39 m³/s	10	25
51,6 m³/s	10	30



EJEMPLOS

Proyecto Life: Ebro-Admiclim



Simulación de inundación del Delta del Ebro (subsidiencia + escenario RCP 4.5 del IPCC) con y sin aportes sedimentarios. Parcelas rojo: por debajo del nivel del mar

CONCLUSIONES

- No veamos las Normas de Explotación como un documento enfocado exclusivamente a la gestión de la seguridad, que por supuesto que es su función principal.
- En caso de que nuestra presa y embalse haya estado sometida a la Evaluación Ambiental pertinente, incorporar todos los aspectos contemplados para la fase de Explotación, tanto las medidas correctoras o protectoras como las derivadas de su Plan de Vigilancia.
- En caso contrario, plantearnos la conveniencia o no de la tramitación ambiental de las propias Normas de Explotación.

CONCLUSIONES

➤ En cualquier caso, realicemos una revisión e incorporemos una visión más amplia para la adecuada sostenibilidad de los ecosistemas asociados, incorporando a las Normas planes específicos para:

- La gestión de caudales de mantenimiento / caudales ecológicos aguas abajo, en cantidad, régimen y calidad adecuadas.
- La gestión de los caudales sólidos y todos los aspectos relacionados con los procesos de erosión-transporte y sedimentación, facilitando la incorporación de esos caudales sólidos a los ríos y barrancos aguas abajo de las presas.
- La mejora de la calidad de las aguas del embalse, control de los procesos de eutrofización.
- El control de especies invasoras.
- La evaluación de los efectos previsibles sobre los factores ambientales derivados de la Vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes de la operación de explotación y la adopción de las medidas pertinentes.

CONCLUSIONES

- Aprovechemos todos los instrumentos y conocimiento a nuestro alcance para la mejora en la gestión ambiental de nuestros embalses.
- Integremos en ese conocimiento redes ajenas a nuestra zona de confort.
- La digitalización no debe centrarse únicamente en la identificación de las estructuras, y los sistemas de control y auscultación, sistemas hidrológicos, etc. de nuestros embalses, demos un paso más y digitalicemos también el conocimiento de su entorno, de las medidas ambientales ejecutadas y su forma de control.
- ACTUEMOS CON UN CONCEPTO: LA CUENCA

CONCLUSIONES



Una gestión ambiental de nuestros embalses es una alternativa deseable y viable, pero requiere acción con previsión



Fotos de la Visita Técnica a la presa de Iznájar (X Jornadas Españolas de Presas, Sevilla, febrero 2015)