

EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE BALSAS

Javier CABAÑERO FERNÁNDEZ

Director Departamento Obras Hidráulicas Grupo Elsamex

#presasybalsas



- **Executive MBA. + Alta Dirección en University of California Berkeley** | Universidad Europea de Valencia (2017)
- **Master Internacional en Explotación y Seguridad de Presas y Balsas** | Universidad Politécnica de Madrid (2012).
- **Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos** | Universidad Politécnica Valencia (2006)

Madrid, 22 de octubre de 2019



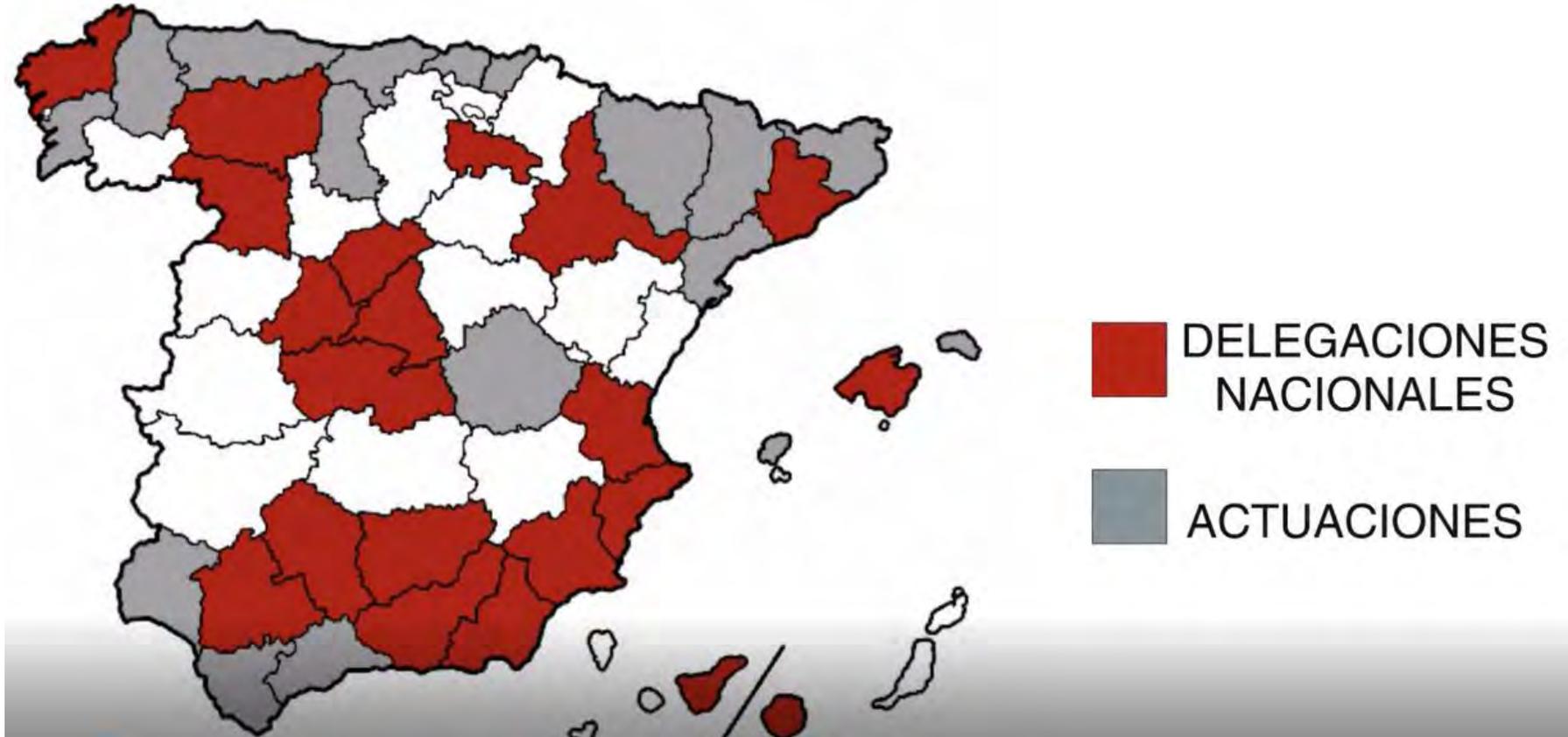
Vídeo

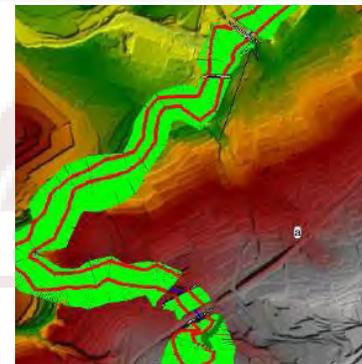
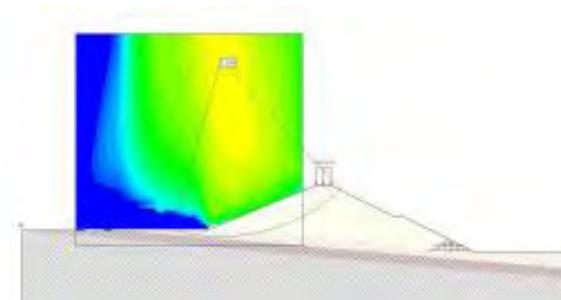
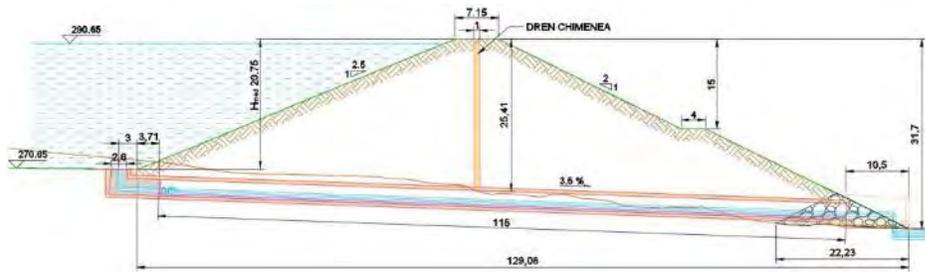
ELSAMEX



Grupo Elsamex









INDICE

1. Incidencias en explotación

1. Originadas por la explotación

2. Afectan a la explotación

2. Puntos críticos a vigilar.

3. Estructura equipos explotación

4. Prácticas actuales entidades

5. Rehabilitación

6. Dron en balsas

SEGURIDAD DE BALSAS

1908



1903



1910





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

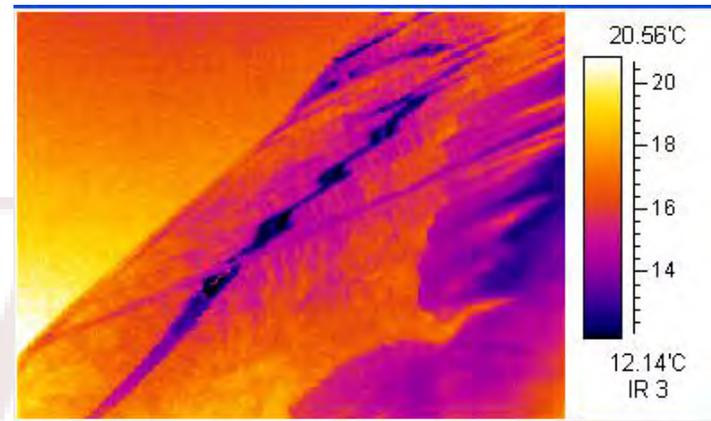
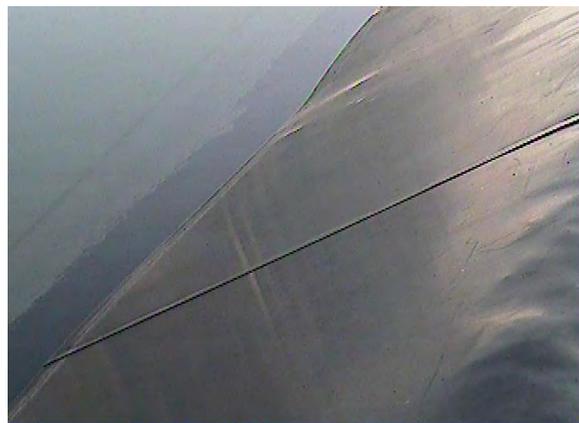
Diseño, construcción, **EXPLOTACIÓN**, mantenimiento y seguridad en balsas de riego

EXPLOTACIÓN DE BALSAS

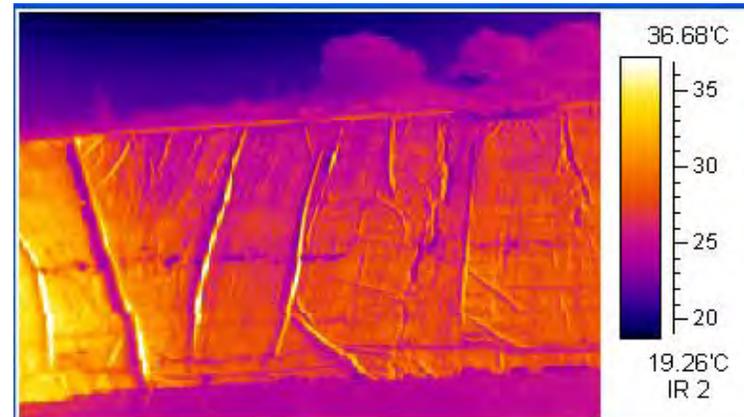
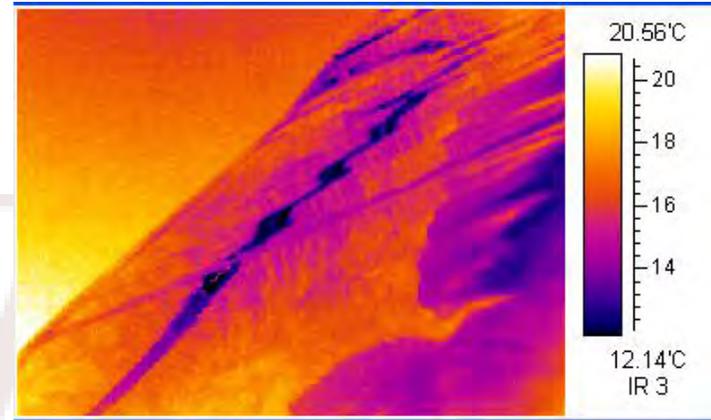


ELSAMEX

EXPLOTACIÓN DE BALSAS



EXPLOTACIÓN DE BALSAS





Incidencias en Explotación. Originadas por la explotación



Defectos en tuberías de entrada





Incidencias en Explotación. Originadas por la explotación

Descuidos tubería de entrada



Incidencias en Explotación. Originadas por la explotación

Seguridad durante operación





Incidencias en Explotación. Originadas por la explotación



Aliviadero como elemento seguridad





Incidencias en Explotación. Originadas por la explotación

Aliviadero como elemento seguridad



Incidencias en Explotación. Originadas/ afectan explotación

Aliviadero como elemento seguridad





Incidencias en Explotación. Originadas por la explotación

Limpieza deficiente aliviaderos





Incidencias en Explotación. Originadas por la explotación

Aliviaderos conductos y en terraplén



Incidencias en Explotación. Originadas por la explotación

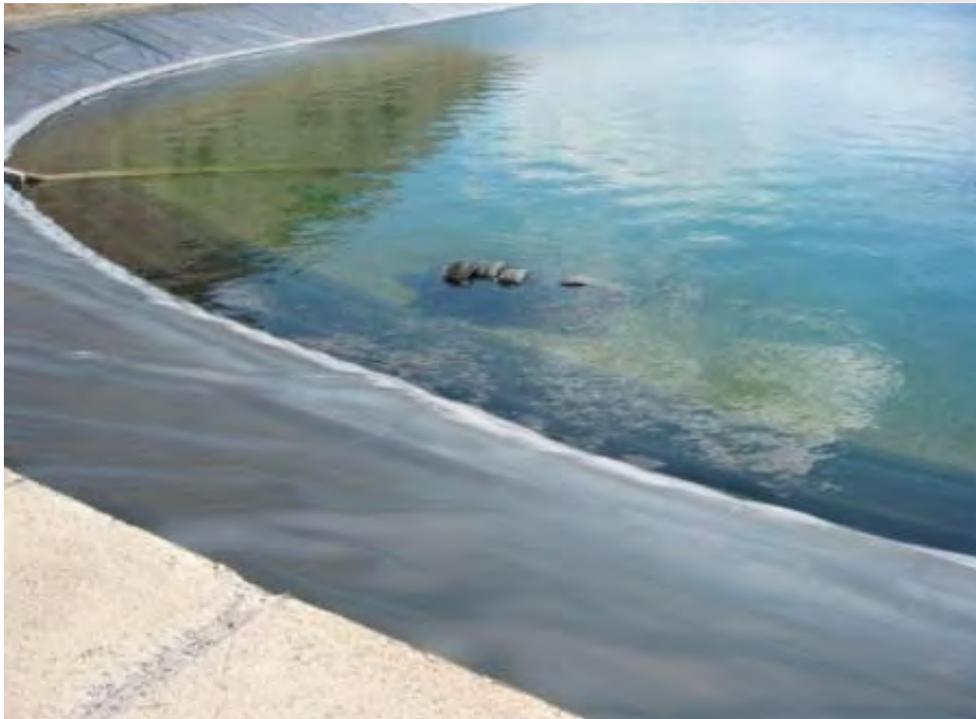
Varios aliviaderos en una balsa





Incidencias en Explotación. Originadas por la explotación

**Limpieza deficiente dentro
balsa/calidad de las aguas**





Incidencias en Explotación. Originadas/afectan explotación



Limpieza coronación/diseño





Incidencias en Explotación. Originadas/afectan explotación

Limpieza coronación/canal desagüe



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Oxidación, valvulería y conducciones





Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Oxidación, valvulería y conducciones



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Oxidación, valvulería y conducciones



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Dificultades de acceso a las instalaciones



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Dificultades de acceso, mantenimiento y operación



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Inexistencia de desagüe de fondo

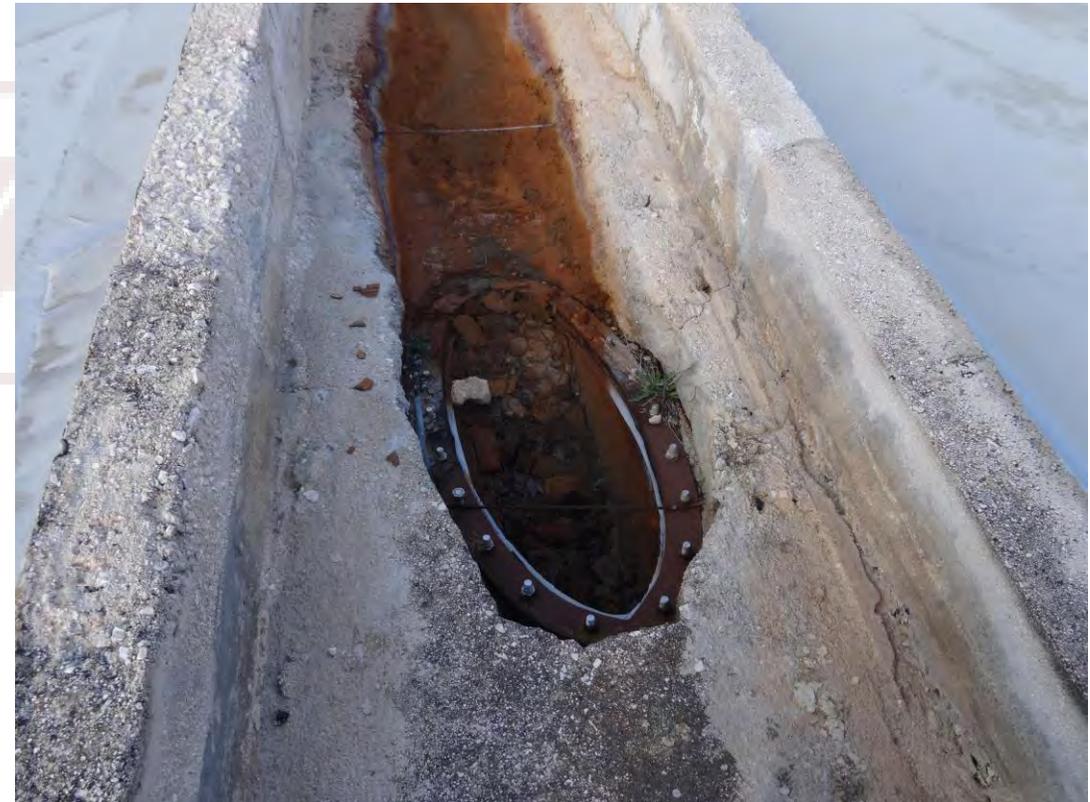
MÁS DE 24 HORAS PARA VACIAR UNA BALSA EN SUCINA

Más de 24 horas arrastraron los bombeos del parque del término de Sucina en el dotaje del ambiente del paraje de La Perroña, en la pedanía murciana de Sucina, con motivo de una rotura parcial producida al siltado. Los efectivos desplazados se tardan que el pantano, que almacenaba 100000 metros cúbicos, se vaciara.

Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Oxidaciones anclajes coronación, entradas





Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Paños no continuos junta a zonas rígidas



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Vertidos directos en láminas





Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Desplazamiento capa protección por oleaje

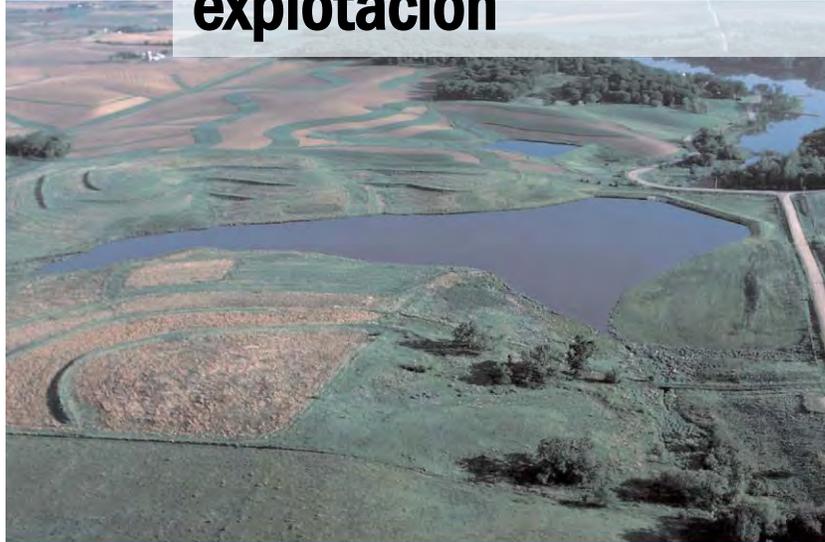


Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Resinas de impermeabilización, mantenimiento



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Technical Manual for Dam Owners

Impacts of Plants on Earthen Dams

FEMA 534 / September 2005



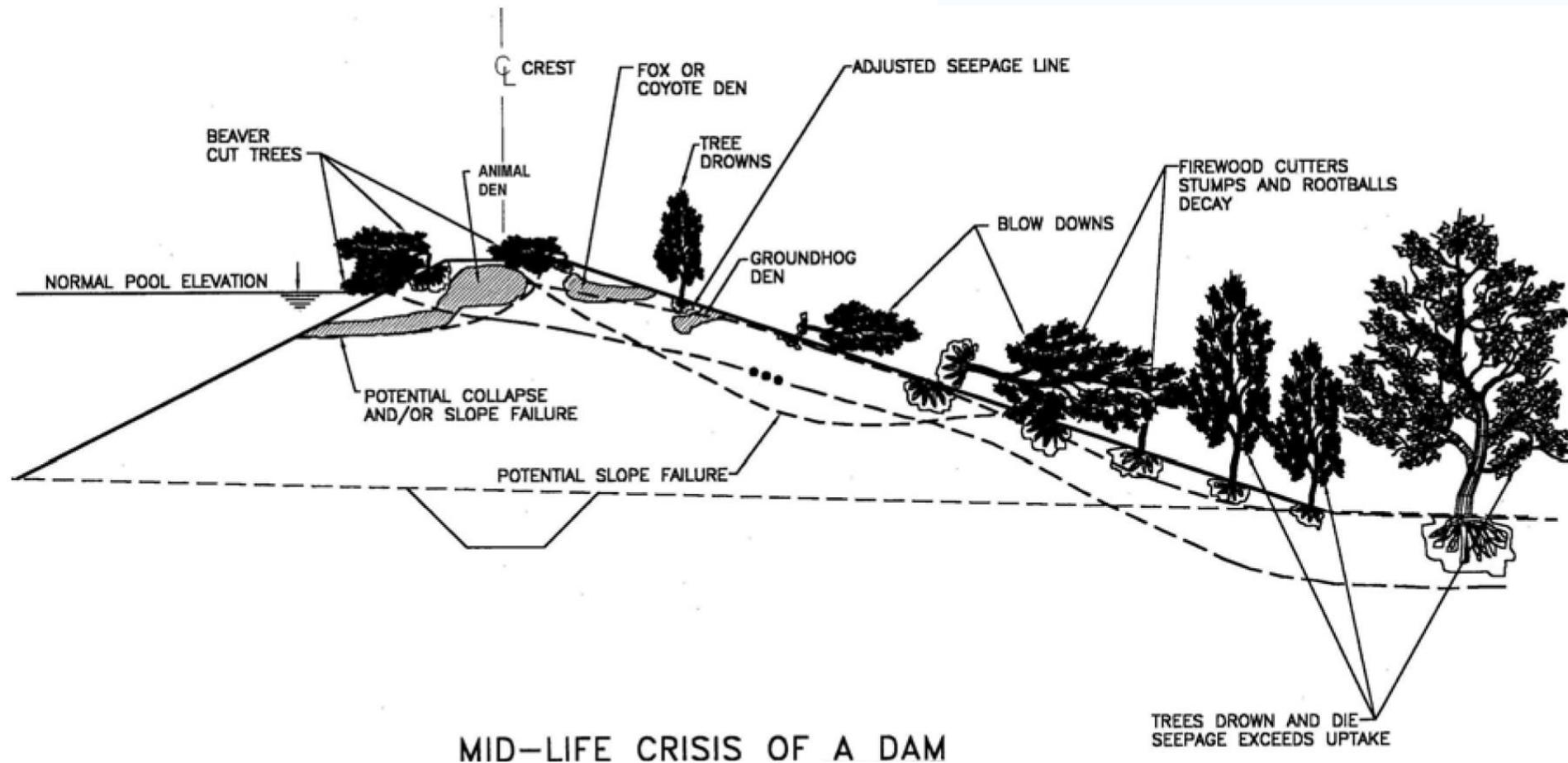
FEMA

Vegetación en trasdós de diques



Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Vegetación en trasdós de diques





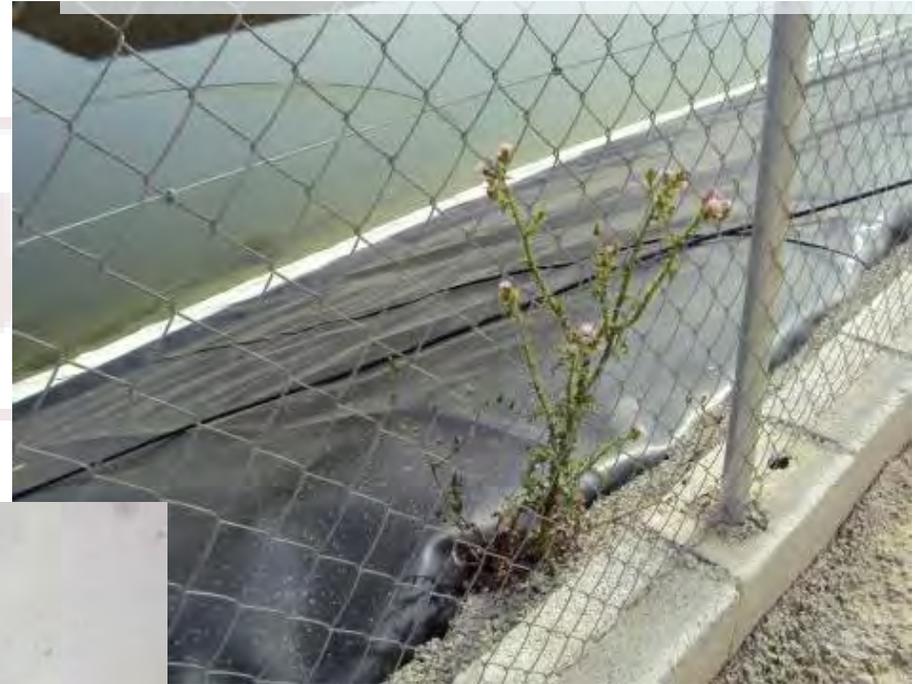
Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Vegetación en trasdós de diques



Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Flora





Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Explotación inadecuada, cavitaciones





Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Mal diseño, mala explotación





Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Cambios de uso: manta a presión





Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Fauna



Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Fauna

Una invasión de cangrejos provoca la rotura de una presa que mata a 18 personas en la India

La acumulación de crustáceos provocó una serie de filtraciones de agua que derivó, en última instancia, en el derrumbe de la infraestructura.

D/Agencias 2019-07-05

Compartir 24 | Pagar | Tubos



Un cangrejo, en posición de ataque | Phil Heerling



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



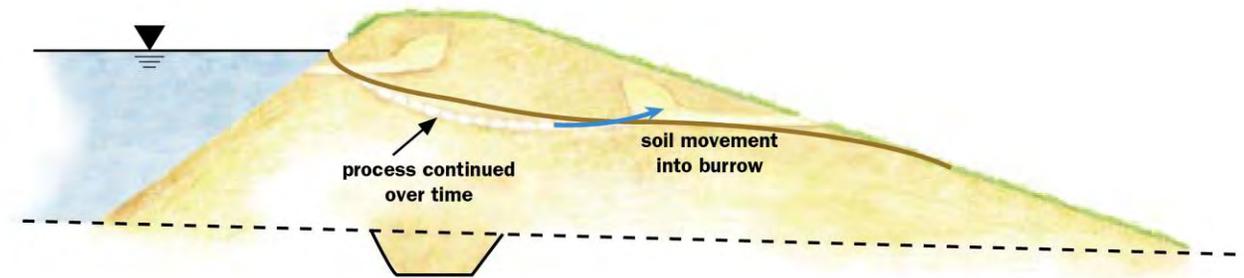
Technical Manual for Dam Owners

Impacts of Animals on Earthen Dams

FEMA 473 / September 2005

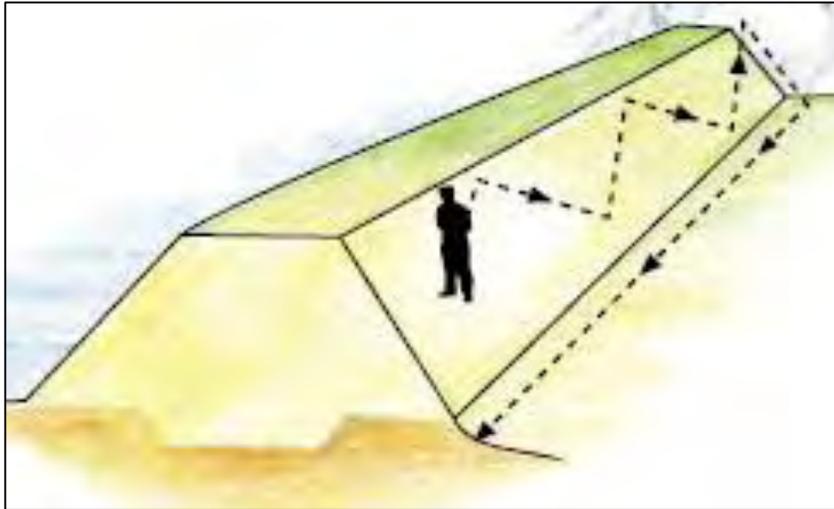


Fauna

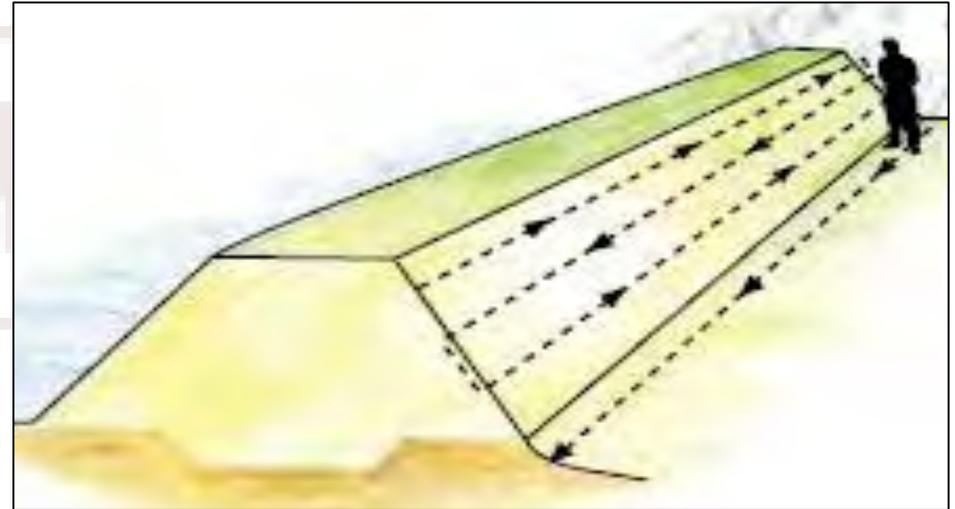


Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Fauna, técnicas de inspección



Pendientes pequeñas



Pendientes grandes



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Fauna, medidas de vigilancia frente a entradas no deseadas

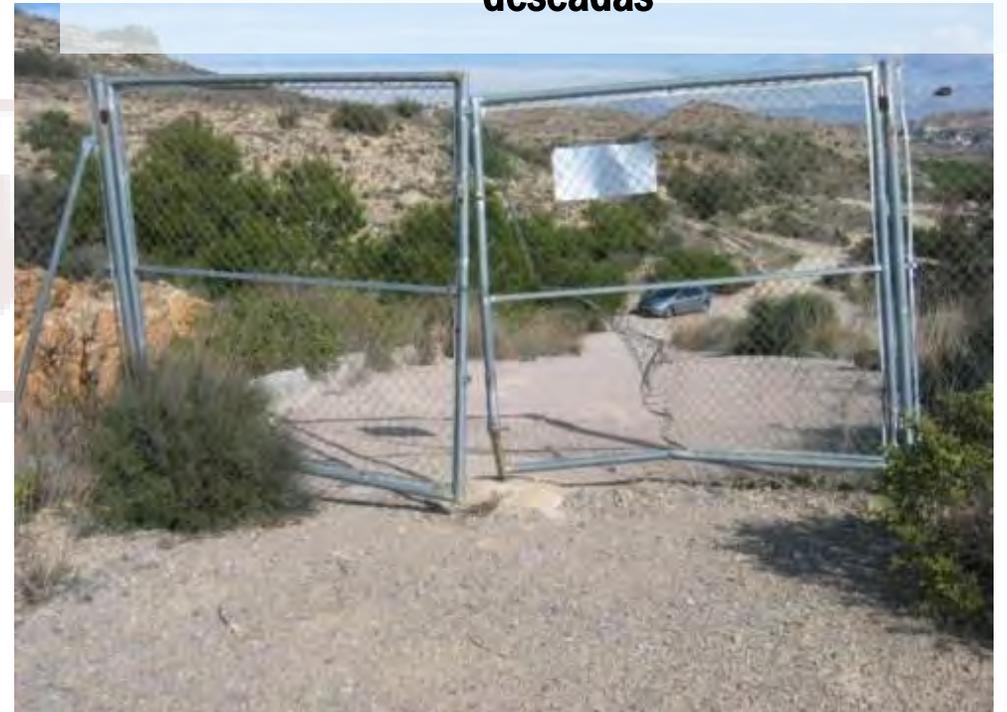




Incidencias en Explotación. Afectan explotación



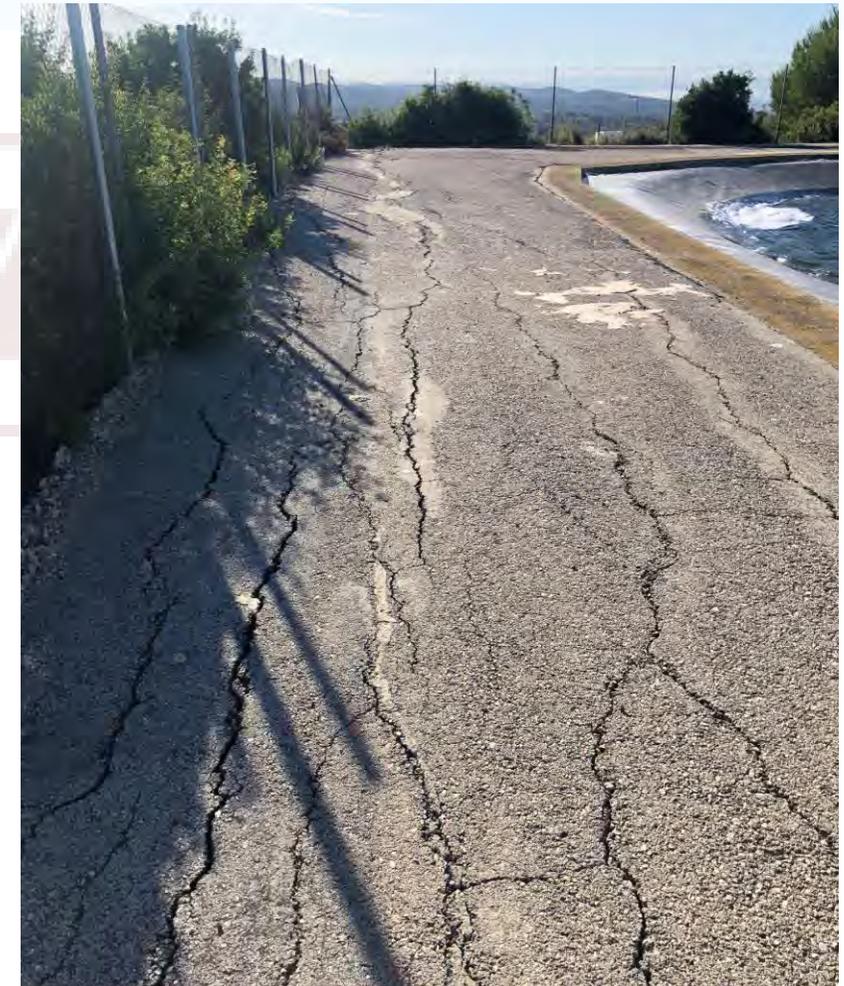
Fauna, medidas de vigilancia frente a entradas no deseadas



Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Vallado, mantenimiento caminos coronación





Incidencias en Explotación. Afectan explotación



Vandalismo





Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Entradas de personas



Incidencias en Explotación. Afectan explotación





Incidencias en Explotación. Afectan explotación

Deslizamientos superficiales





CONCLUSIÓN

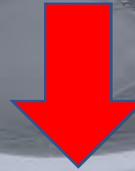
NECESIDAD VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO.





CONCLUSIÓN

NECESIDAD VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO.



NECESIDAD NNEE





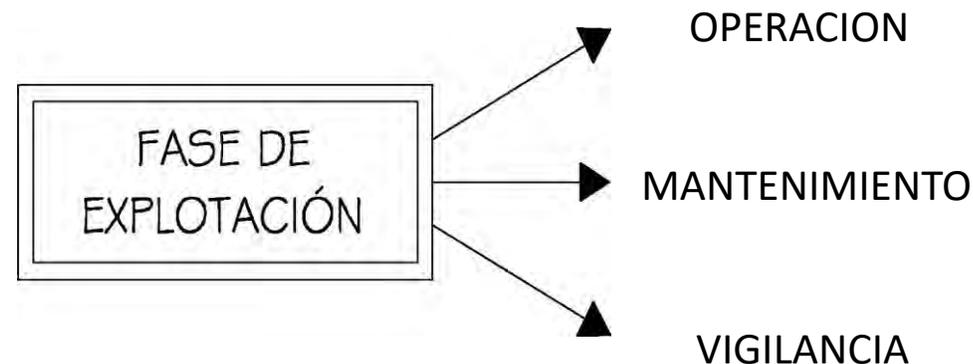
SEGURIDAD EN LA EXPLOTACIÓN

Aspectos en los que se divide la **fase de explotación**:

Operación. Este aspecto se refiere al uso del recurso en sí, y al empleo de la balsa y de sus elementos para conseguir la finalidad de su uso.

Mantenimiento. Este aspecto se refiere a la conservación de todos aquellos elementos que componen la balsa a lo largo del tiempo manteniéndolos en condiciones idóneas de funcionamiento.

Vigilancia. Este aspecto se refiere a la observación continuada y atenta de la balsa y su entorno a lo largo del tiempo, en busca de anomalías que indiquen un mal funcionamiento de algún elemento, o la aparición de alguna irregularidad, que revele un comportamiento anómalo de la balsa, pudiendo prevenir anticipadamente situaciones de riesgo para la balsa. Dentro de este aspecto se incluye el control de aquellos elementos contenidos dentro de la auscultación.



SEGURIDAD EN LA EXPLOTACIÓN

Seguridad durante el mantenimiento

Seguimiento Ordinario

Informes de Estado

Revisiones de Seguridad

Tipo de Revisión.	Frecuencia	Equipo
Seguimiento ordinario	Diaria, semanal, mensual o anual	Encargado de Seguridad
Revisión anual Informe de estado	Anual	Ingeniero Responsable de Seguridad.
Revisión plurianual Revisión de seguridad.	Cada 5 años mínimo (*)	Equipo técnico especialista en balsas.
(*) Para las primeras revisiones : Categoría A: 3 años Categoría B: 4 años. Categoría C: 6 años.		

Plan de Seguridad y Salud

Muere ahogado un cazador en Huesca cuando intentaba rescatar a sus perros

Las balsas están detrás de la mayoría de muertes por ahogamiento en 2017



Aparecen ahogados tres perros en una balsa de riego de Alguazas

Fallece el niño de 13 años que cayó en una balsa de riego en la pedanía murciana de Torreagüera

SUCESOS

Hallan a un hombre muerto flotando en una balsa de riego de Cabanes

La víctima, de 79 años, residía en una aldea cercana y la Guardia Civil abre una investigación por:

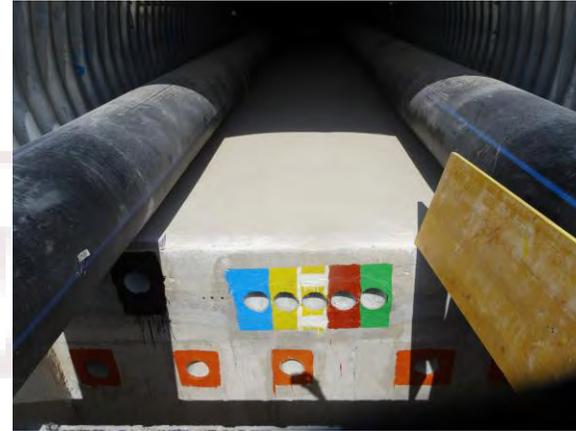
Un hombre con problemas de movilidad muere ahogado en una balsa al intentar salvar a sus perros

• Los animales también han perecido y ha costado localizar el cadáver por el agua turbia de riego donde ha caído

Un hombre se ahoga cuando intentaba rescatar a sus perros en l'Alfàs del Pi

Puntos críticos a vigilar

FILTRACIONES



MOVIMIENTOS





Puntos críticos a vigilar Estado geomembrana

- Un seguimiento del estado y envejecimiento de la geomembrana.
- La reparación puntual de los desgarrros, punzonamientos o pequeñas roturas, que se observen, siendo recomendable que se realice por una **empresa especializada**.
- El cambio de la geomembrana, cuando se haya llegado al **tiempo de agotamiento** razonable de la estanqueidad y seguridad de la lámina (Rehabilitación). El estado de la geomembrana es un aspecto clave para decidir sobre el momento de la rehabilitación





Otros puntos a vigilar..

- **Anclajes de succión eólica,**
- **Uniones no sumergidas en las obras de fábrica.**
- **Vandalismo.**
- **Entrada de animales.**
- **Crecimiento de la flora.**



Estructura equipo explotación

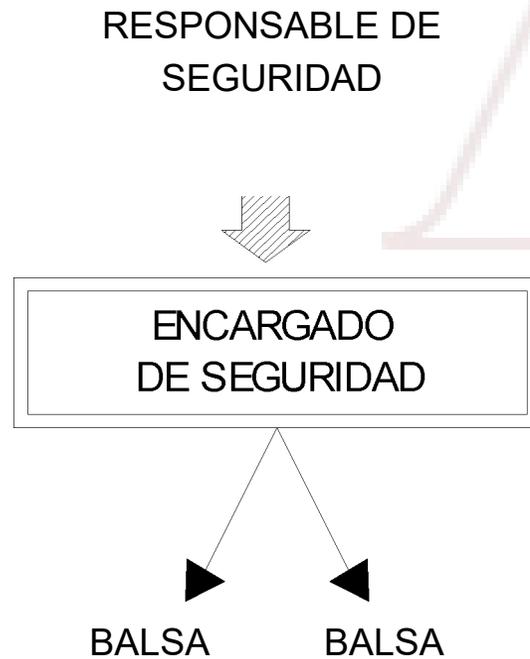


La estructura del equipo de explotación suele ser:

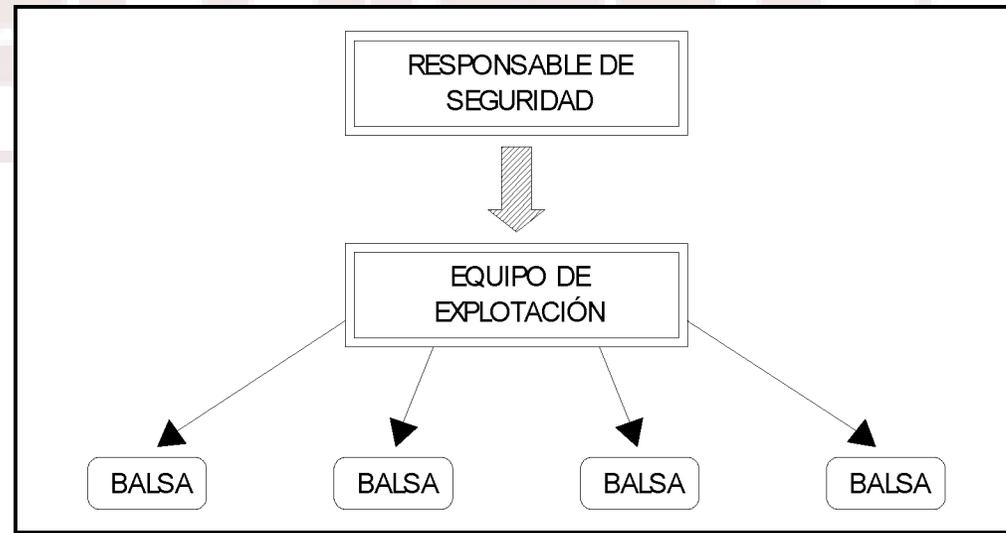
- **Encargado de la Seguridad** de la balsa o balsas, que será la persona encargada de que se realicen las tareas de vigilancia y mantenimiento. Suele ser un trabajador de la entidad
- **Ingeniero Responsable de Seguridad**, que deberá ser un ingeniero con experiencia en balsas, en contacto directo con el Encargado de Seguridad. Suele ser también el Director de Explotación y de Emergencia si se requiere.

Prácticas actuales de las entidades

Pequeñas entidades (1-2 balsas)



Grandes entidades (equipo)





Prácticas actuales de las entidades

Principales cometidos del equipo de explotación:

Inspección periódica de:

Filtraciones recogidas en los drenes

Estado general del vaso.

Estado de la coronación.

Estado de los taludes.

Estado de los aliviaderos.

Estado de las conducciones en la medida de su accesibilidad.

Anualmente se revisa el estado de las geomembranas, procediéndose a las reparaciones puntuales.

Es habitual que las reparaciones las efectúe una empresa especializada.

El seguimiento del envejecimiento de la geomembrana es en la gran mayoría visual.

Se abren y cierran la llaves al menos una vez al año.



Los cometidos principales del **Encargado de Seguridad** serán:

1. **Labores básicas** de inspección, entre las que destacan:
 - Inspección de las arquetas de drenaje.
 - Inspección de filtraciones y humedales en cualquier punto de la balsa.
 - Inspección de coronación, taludes y pie del talud.
 - Inspección de las proximidades de la balsa.
 - Inspección de la geomembrana. Esta inspección se realizará por personas equipadas con chaleco, salvavidas, quedando una siempre atada a un vehículo y en constante comunicación con el centro de control de la entidad.
 - Inspección de aliviadero.
 - Inspección de las cunetas.
 - Inspección de los elementos de salida de personas.
2. **Inspección y manejo** de elementos electromecánicos (válvulas, grupos motobomba, filtros, etc.).
3. **Control del nivel** de llenado.
4. **Registro de lluvia**, granizo, nieve, vientos, etc.
5. Relleno de las **fichas técnicas** de acuerdo con las **Normas de Explotación**.
6. En caso de contar con más personas de apoyo, **coordinar y planificar** las labores de explotación.
7. Comunicación con el Responsable de Seguridad fundamentalmente en cambios en la explotación de la balsa o en paso a **situaciones extraordinarias**.



Los cometidos principales del **Ingeniero Responsable de Seguridad** serán:

1. Estar en **contacto directo** y cuando lo requieran las circunstancias, en contacto permanente, con el **equipo de explotación** (Encargado de Seguridad).
2. Si aparece **alguna anomalía**, analizarla con el equipo de explotación, y si fuera el caso intentar solucionarla, en caso contrario tomar las medidas necesarias para disminuir la situación de riesgo generada. Estas incidencias se incluirán en el **Archivo Técnico**.
3. Decidir sobre las **actuaciones puntuales de vigilancia y mantenimiento** de carácter más significativo.
4. Elaborar el **Informe de estado anual** sobre:
 - Resultados de las inspecciones y el **comportamiento global de la balsa**, identificando deficiencias observadas y proponiendo las correcciones oportunas.
 - Resultado de **reconocimiento** y situación de la balsa, accesos, comunicaciones, después de **acontecimientos extraordinarios** como seísmos, acontecimientos meteorológicos extraordinarios, deslizamientos y otros.
 - Este informe se incorporará al **Archivo Técnico** de la balsa y se le enviará a la Administración competente.
5. En la medida de lo posible **conocer profundamente la historia de la balsa**, de su explotación y de la documentación existente.
6. **Gestionar el Archivo Técnico**.
7. En caso de estar en un **Escenario previo**, analizar la situación junto al equipo de explotación y en caso de que se considere oportuno, pasar a la situación de **activación del Plan de Emergencia**, pudiendo activar el Plan de Emergencia en caso de que se considerase oportuno. **Para esta situación sería recomendable que el Ingeniero Responsable de Seguridad y el Director del Plan de Emergencia fueran la misma persona.**

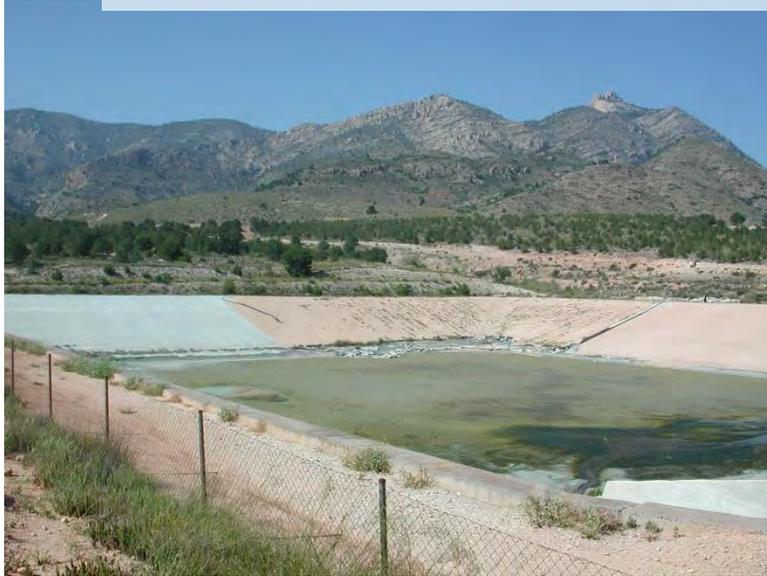
Rehabilitación



Rehabilitación



Rehabilitación



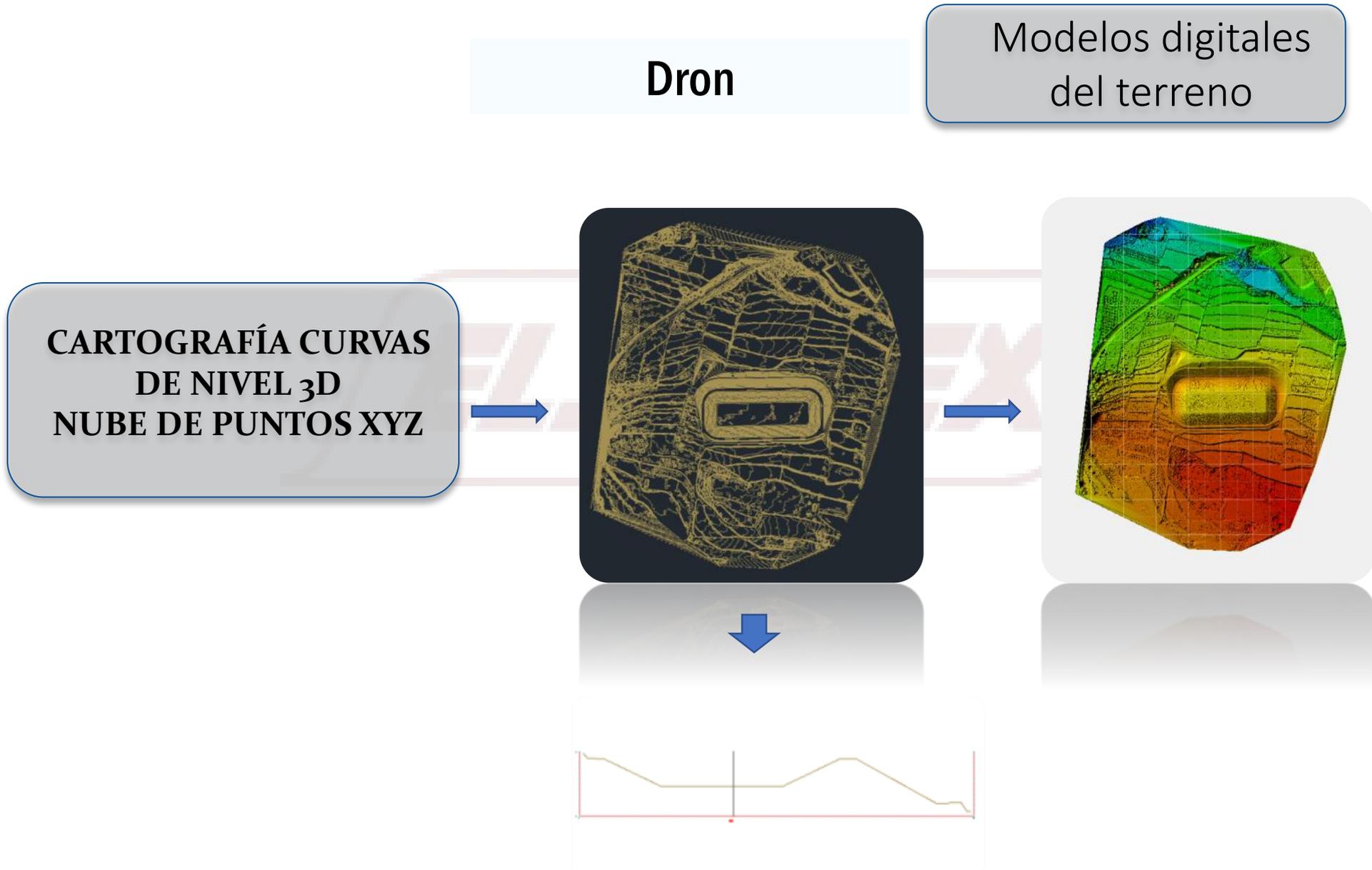
Rehabilitación

- Retirada del fango del fondo y transporte a vertedero autorizado.
- Demolición de las obras de fábrica y transporte a vertedero autorizado.
- Demolición de las conducciones en su caso y transporte a vertedero autorizado.
- Retirada de los drenes de vaso y transporte a vertedero en su caso.
- Retirada del conjunto de geosintéticos y transporte a vertedero autorizado.
- Refino y nivelación del fondo y paredes del vaso dejándolas preparadas para recibir la capa de apoyo del material fino cohesivo.
- Aporte de la capa de asiento y nivelación de material fino.
- Ejecución de la red de drenaje de fondo.
- Ejecución de la conducción de servicio de la balsa, bien en la galería o conducción de protección, y en su caso, mediante ejecución de tubo de protección a través del dique mediante hinca o trinchera.
- Ejecución del colector de drenaje, bien en la galería o conducción de protección, y en su caso, mediante ejecución de tubo de protección a través del dique mediante hinca o trinchera.
- En el caso de que el llenado se produzca por coronación a través de conducciones en carga instaladas sobre el terraplén, modificar el trazado de tal forma que la entrada se produzca por la línea de intersección entre el desmonte y el terraplén. Podría contemplarse también la entrada por el fondo, especialmente si el dique de cierre abarca a todo el perímetro de la coronación de la balsa.
- Ejecución del dren de envuelta en la obra de toma y conexión con el colector de drenaje.
- Instalación del paquete de geosintéticos que constará de:
 - Geotextil de polipropileno de densidad superficial, igual o superior a 400 gr/m²
 - Geomebrana.
- Ejecución de los lastres contra la succión de la lámina por el viento en su caso.
- Ejecución de un zuncho perimetral del hormigón en la coronación, sobre el que se cimentará la valla perimetral. De tal forma que impida la entrada accidental de personas y animales.
- Instalación de la valvulería
- Ejecución de los aliviaderos de acuerdo al máximo caudal previsto de entrada en la balsa, teniendo en consideración el efecto de la lluvia.
- Disposición de elementos de salvamento de personas.
- Obras complementarias de acceso a la obra, caseta de válvulas e integración paisajística en su caso.
- La conducción de salida debe dimensionarse de tal forma que pueda ser utilizada como conducción de desembalse rápido de emergencia en su caso (tres días para balsas de capacidad inferior a un millón de metros cúbicos).
- Otras que se consideren de interés.



Dron en balsas







USOS DE DRONES EN PRESAS Y BALSAS

- **Fase explotación:**

- ✓ Obtención topografía para obras sobre estructura existente





USOS DE DRONES EN PRESAS Y BALSAS

- **Fase explotación:**

- ✓ Inspecciones visuales: Zonas inaccesibles, inspección láminas



USOS DE DRONES EN PRESAS Y BALSAS

- **Fase explotación:**

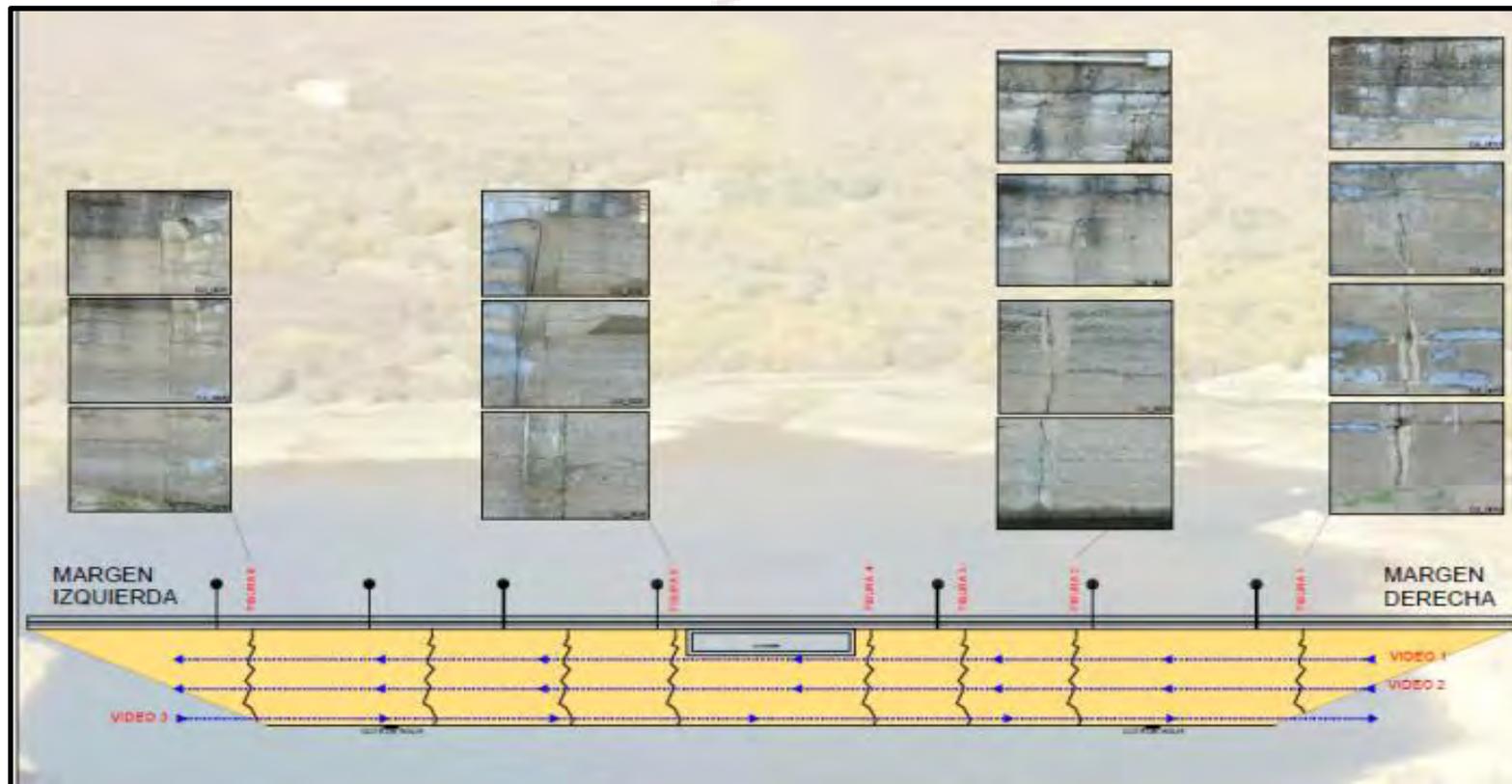
- ✓ Inspecciones visuales: Estado de paramentos



USOS DE DRONES EN PRESAS Y BALSAS

- **Fase explotación:**

- ✓ Inspecciones visuales: Fisuras





USOS DE DRONES EN PRESAS Y BALSAS

- **Fase explotación:**

- ✓ Ortofoto



USOS DE DRONES EN PRESAS Y BALSAS

- **Fase explotación:**

- ✓ Documentación XYZT,
- ✓ Modelos 3D



Conclusiones:

- Alta disponibilidad y facilidad de operación pero con limitaciones operacionales (reducida autonomía, condiciones meteorológicas y limitaciones legales).



Technical Manual: Conduits through Embankment Dams

Best Practices for Design, Construction, Problem Identification and Evaluation, Inspection, Maintenance, Renovation, and Repair

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA RURAL Y AGROALIMENTARIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CRITERIOS DE SEGURIDAD EN BALSAS DE TIERRA PARA
RIEGO.

Tesis Doctoral de D. Francisco Javier Sánchez Romero
"Criterios de seguridad en balsas de tierra para riego.
UPV. Agradecimiento por colaborar cediendo fotos
para esta presentación

> GUÍAS

para el proyecto, construcción, explotación,
mantenimiento, vigilancia y planes de emergencia
de las balsas de riego con vistas a la seguridad

APROXIMACIÓN

HISTÓRICA Y ESTADÍSTICA A LOS
INCIDENTES EN PRESAS

MANUAL PARA EL DISEÑO,
CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE BALSAS



Thanks!

ELSAMEX

Javier CABAÑERO FERNÁNDEZ

javier.cabanero@elsamex.com



#presasybalsas

