

JORNADA SOBRE LA GESTIÓN DE SEGURIDAD DE PRESAS Y EMBALSES EN ESPAÑA Y EN EL MUNDO

LA GOBERNANZA DE RIESGOS EN LA SEGURIDAD
DE PRESAS EN LA CH GUADALQUIVIR

Francisco Javier Romero Bermúdez

Jefe de Área - CS

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

Objetivos

1. Introduciros en el marco en el que se están realizando los trabajos.
2. Describir como estamos realizando las sesiones de Identificación de Modos de Fallo.
3. Presentaros los resultados provisionales de las estimaciones semicuantitativas obtenidas.

Conceptos Clave

1. Riesgo.
2. Modo de Fallo.
3. Estimación semicuantitativa.

MARCO EN EL QUE SE ESTAN REALIZANDO LOS TRABAJOS

 VICERRENCIA GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE
	DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CLAVE: 21.963-0016/0411

TIPO: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	REF. CRONOLÓGICA: 9/21
--	-------------------------------

CLASE: SERVICIOS
TÍTULO BÁSICO: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL CONTRATO DE SERVICIOS PARA LA GESTIÓN DE LA GOBERNANZA DEL RIESGO, ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y PRIORIZACIÓN DE INVERSIONES DE LA SEGURIDAD DE LAS PRESAS ESTATALES DE LAS CCHH GUADALQUIVIR, SEGURA, JÚCAR Y EBRO

PROVINCIA: VARIAS	CLAVE:
TÉRMINOS MUNICIPALES: VARIOS	CLAVE:

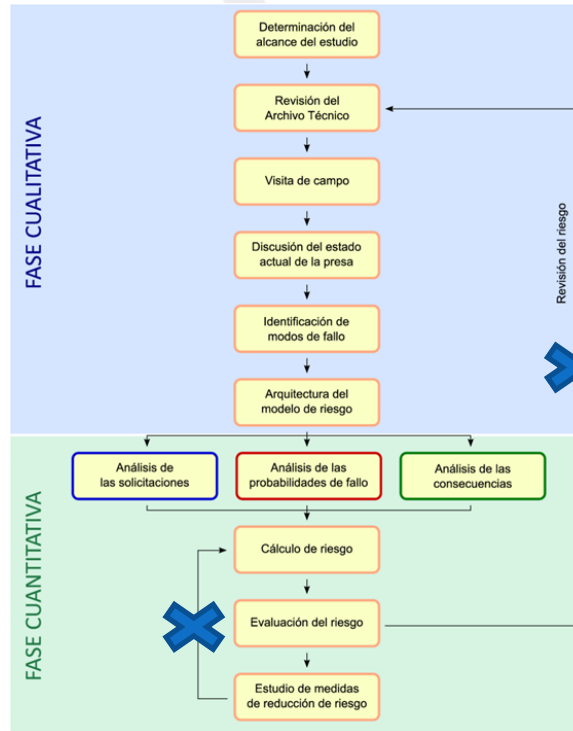
VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO: 8.944.297,17 € (IVA NO INCLUIDO)	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN: LOTE 1: 3.295.040,46 € LOTE 3: 1.828.112,84 € LOTE 2: 3.661.772,35 € LOTE 4: 2.037.673,93 € TOTAL 4 LOTES 10.822.599,58 € (IVA INCLUIDO)	
AUTOR JUAN CARLOS DE CEA AZAÑEDO	

55 presas de titularidad estatal en las Demarcaciones Hidrográficas del Guadalquivir, Ceuta y Melilla

LOTE 1 GUADALQUIVIR

CAP	CONCEPTO	PRESUPUESTO (€)
1.	EVALUACIÓN SISTEMÁTICA Y HOMOGÉNEA DE LA SEGURIDAD DE LAS PRESAS DE TITULARIDAD ESTATAL	498.757,60
2.	IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE TODOS LOS FACTORES DE RIESGO PARA CADA PRESA, INCLUYENDO EL CAMBIO CLIMÁTICO	757.632,35
3.	ELABORACIÓN DE MODELOS COMPLETOS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA TODAS LAS PRESAS	653.015,00
4.	IMPLANTACIÓN DE MODELOS DE EVALUACIÓN CONTINUA DE DATOS Y FACTORES DE RIESGO	277.051,50
5.	VARIOS (edición, materiales para realización trabajos, etc.)	71.700,00
6.	ASESORÍA POR PARTE DE EXPERTOS	<u>30.225,00</u>
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	2.288.381,45

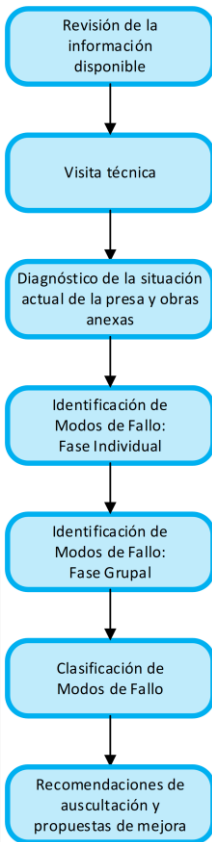
MARCO EN EL QUE SE ESTAN REALIZANDO LOS TRABAJOS



Capítulo 1

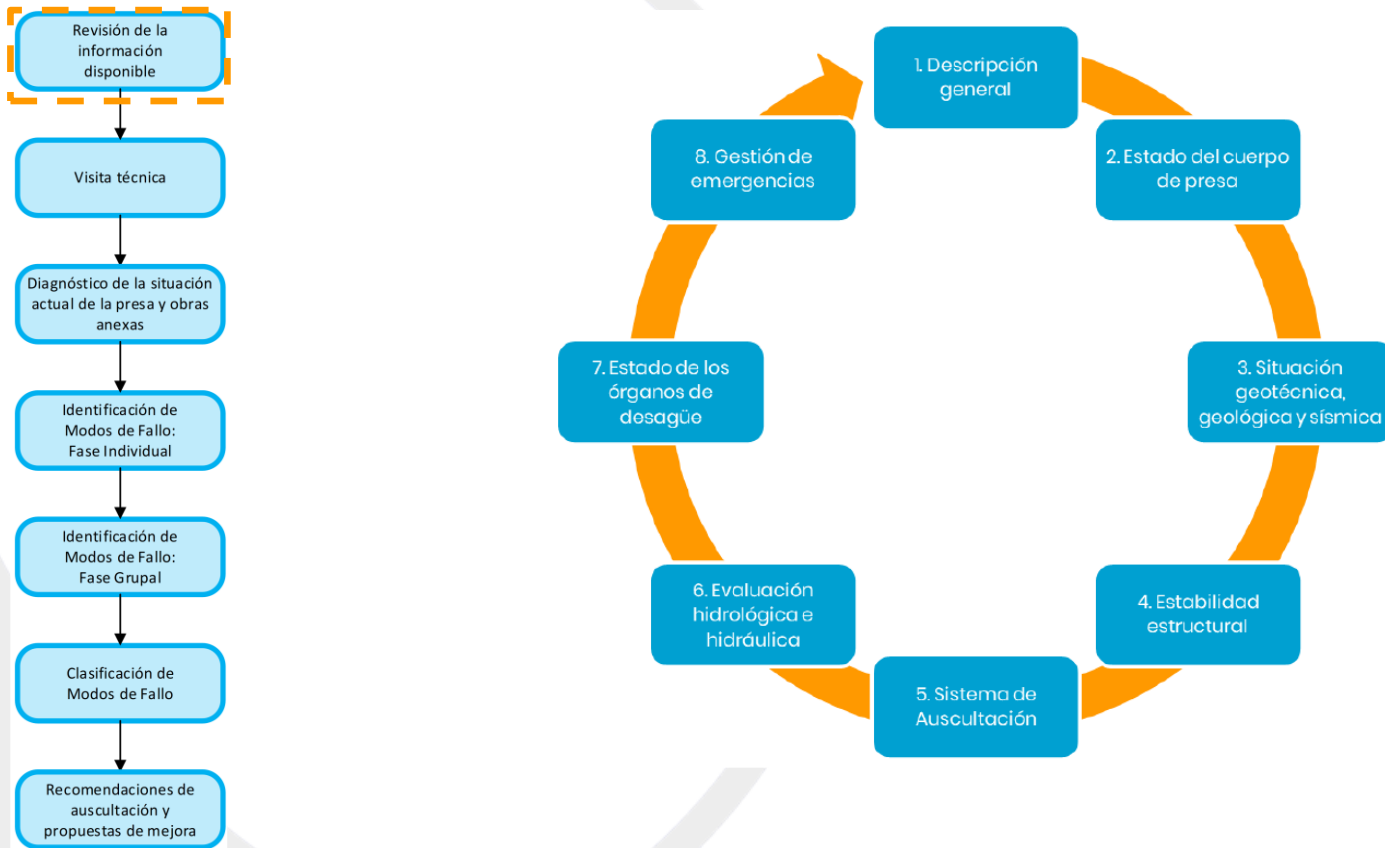
Capítulos 2 y 3

SESIONES DE IDENTIFICACION DE MODOS DE FALLO

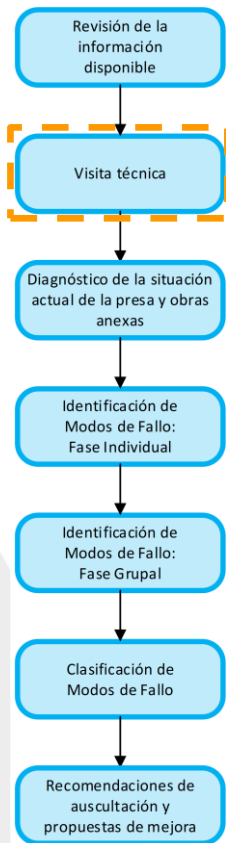


AGENDA		
Día 1	Día 2	Día 3
Introducción al análisis de de modos de fallo y el proceso de análisis de riesgos	Visita técnica a sitios de interés de la presa	Fase individual de la Identificación de Modos de Fallo
Pausa café		Pausa café
Revisión de información existente sobre la seguridad de la presa y principales conclusiones de los estudios y auditorías realizadas en el pasado	Visita técnica a sitios de interés de la presa	Identificación de Modos de Fallo. Fase Grupal
Comida	Comida	Comida
Revisión de información existente sobre la seguridad de la presa y principales conclusiones de los estudios y auditorías realizadas en el pasado	Visita técnica a sitios de interés de la presa	Revisión y Clasificación de Modos de Fallo identificados
	Evaluación preliminar del estado actual de la presa a partir de la revisión de información y la visita técnica. Discusión grupal sobre el estado actual.	Propuesta de recomendaciones para reducir el riesgo la incertidumbre y realizar análisis de detalle mediante el análisis cuantitativo de riesgo a partir de los modos de fallo identificados.

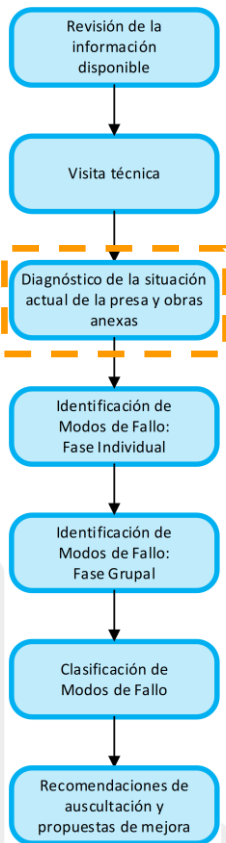
SESIONES DE IDENTIFICACION DE MODOS DE FALLO



SESIONES DE IDENTIFICACION DE MODOS DE FALLO

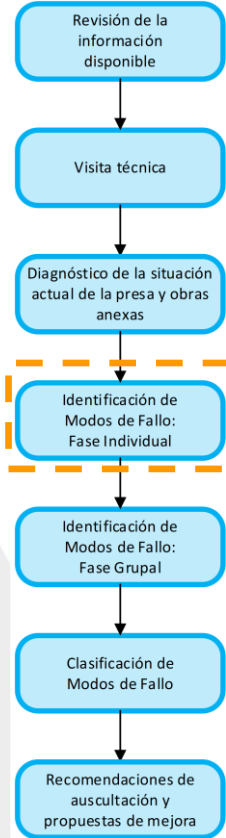


SESIONES DE IDENTIFICACION DE MODOS DE FALLO



Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Estado del cuerpo de presa y cimentación																			
Estado de taludes y coronación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Filtraciones de agua en el cuerpo de presa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Funcionamiento del sistema de drenaje	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Resistencia frente a procesos de erosión interna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Capacidad resistente de la cimentación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Filtraciones de agua en la cimentación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estabilidad estructural																			
Estabilidad estática de la presa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estabilidad ante descenso rápido del nivel en el embalse	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estabilidad frente a sismo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estabilidad del vaso de embalse	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Órganos de desagüe																			
Suficiencia hidrológica de los órganos de desagüe	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estado del disipador de energía y zona aguas abajo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estado de la obra civil del vertedero	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estado de las tomas y del desagüe de fondo y sus equipos electromecánicos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estado del desagüe medio fondo y su equipo electromecánico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gestión de seguridad de presas																			
Programa de seguridad de presas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Archivo técnico y documentación existente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Instrumentación, vigilancia y monitorización	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Grado de preparación ante emergencias	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

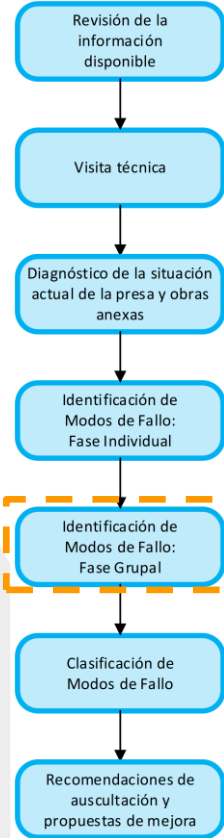
SESIONES DE IDENTIFICACION DE MODOS DE FALLO



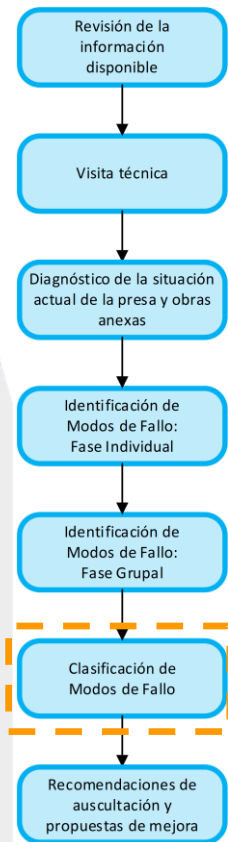
Modo de fallo N°	
Título	
Descripción	
Esquema gráfico	
Factores que lo hacen más probable	Factores que lo hacen menos probable

Modo de fallo 2	
Título	ROTURA GRUNDIGAN EXTERIOR DCHO. POR DEBILIDAD DE FALDO A D
Descripción	
En situación normal, con un generador dilatado en altos niveles de embalse, las moderadas prestaciones de la exaltadora del Espolón de aguas arriba, generan un aumento localizado junto al estribo derecho, que junto a la entrada de agua a través de la junta abierta en el muro izquierdo del aliviadero, ocasiona toda esta parte, haciendo la montable desde el peso de la zona del mirador, generando un debilitamiento del conjunto hacia aguas arriba, por empujando al núcleo del grupo.	
Esquema gráfico	
profundizando la inestabilidad en zona de brecha, de aguas arriba a aguas abajo, hasta alcanzar el paramento de aguas abajo, ocasionando el mismo y en la zona de la ruina de la presa. 	
Factores que lo hacen más probable	Factores que lo hacen menos probable
Junta abierta en aliviadero Inestabilidades manifestadas en áreas de montabilidad en coronación Debilidad de exaltadora y aumento de moños en el estribo dcho. malas condiciones de compactación en estructura núcleo-muro izq del aliviadero	comunicación con galería, aliviadero en sistema de drenaje Pancho del estribo derecho Zona mirador a arriba y a abajo

SESIONES DE IDENTIFICACION DE MODOS DE FALLO



SESIONES DE IDENTIFICACION DE MODOS DE FALLO



Categorías de Probabilidad (USBR y USACE 2015; USACE 2014)

Remota: Varios eventos deben ocurrir al mismo tiempo o en serie para causar fallos, y la mayoría, si no todos, tienen una probabilidad insignificante.

Baja: No se puede descartar la posibilidad, pero no hay evidencia convincente que sugiera que haya ocurrido o que exista una condición o fallo que pueda llevar a la iniciación.

Moderada: Existe la condición o defecto fundamental. Los datos existentes sugieren que es plausible, aunque la evidencia clave se inclina más hacia "menos probable" que "más probable".

Alta: Existe la condición o defecto fundamental. Los datos existentes sugieren que es plausible, aunque la evidencia clave se inclina más hacia "más probable" que "menos probable".

Muy alta: Existe evidencia directa o indirecta sustancial que sugiere que se ha iniciado o es probable que ocurra en un futuro próximo.

Categorías de Consecuencias (USBR y USACE 2015; USACE 2014)

Categoría 1: Consecuencias económicas para la explotación limitadas y/o Necesidad de reparaciones pequeñas o medianas en la presa. Pequeñas consecuencias medioambientales. Sin suelta de caudales aguas abajo.

Categoría 2: Consecuencias económicas muy importantes para la explotación y/o Necesidad de gran reparación en la presa (Millones de Euros). Graves consecuencias medioambientales. Sin suelta de caudales aguas abajo.

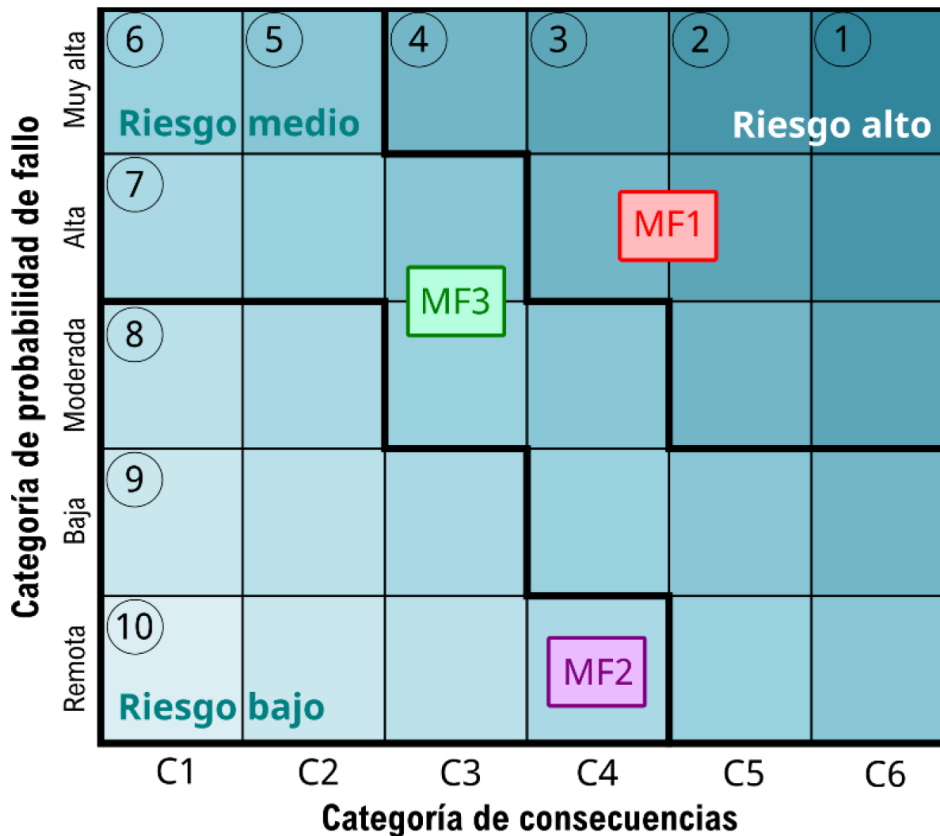
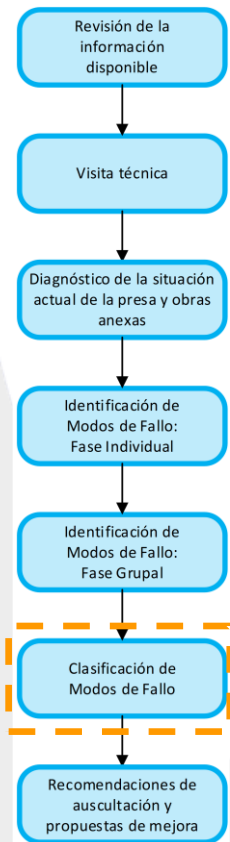
Categoría 3: Suelta descontrolada de caudales con daños a algunas viviendas aisladas. No se puede descartar la pérdida directa de vidas debido a la inundación, por algún viandante o algún vehículo.

Categoría 4: Es probable que se produzca pérdidas de vidas por dificultades para alertar a poblaciones más pequeñas cercanas (<1,000 habitantes) o dificultades para evacuar grandes poblaciones con suficiente tiempo de alerta (> 2 horas de llegada). Pérdida de vidas en el rango de **10 a 100**. Las descargas aguas abajo también resultan en daños muy importantes a la propiedad y / o al medio ambiente.

Categoría 5: Se esperaría una gran pérdida de vidas debido a dificultades para avisar y evacuar a grandes centros de población a una distancia media (llegada de la onda entre 1-2 horas). Pérdida de vidas en el rango de **100 a 1,000**. Las descargas aguas abajo también resultan en daños muy importantes a la propiedad y / o al medio ambiente.

Categoría 6: Se esperaría unas pérdidas de vidas directas muy alta debido a la existencia de grandes poblaciones muy cerca del pie de presa (>10,000 hab. y < 30-45 minutos de llegada). Pérdida de vidas estimada **superior a 1,000**. Las descargas aguas abajo también resultan en daños muy importantes a la propiedad y / o al medio ambiente.

SESIONES DE IDENTIFICACION DE MODOS DE FALLO



SESIONES DE IDENTIFICACION DE MODOS DE FALLO



PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 38/55 PRESAS CHG

Resumen

PF: 22

PMS: 16

MF identificados: 486

Medidas/Recomendaciones: 867

Inestabilidad interna del material

Erosión Interna

Licuefacción

Sifonamiento

Fracturación hidráulica

Degradación del material

Degradación interna del hormigón

Reacciones expansivas del hormigón

Fallo OODD

Perdida de operatividad

Error de operación

Hidrológicos

Sobrevvertido de cajeros

Sobrevvertido en coronación

Inestabilidad general/Sísmico

Desplazamientos

Deformaciones excesivas

Fisuración

Agrietamiento

Deslizamiento

Vuelco

Grietas de tracción

Erosión remontante a pie de presa

Ineficacia pantalla impermeable

Colmatación de drenes

Otros

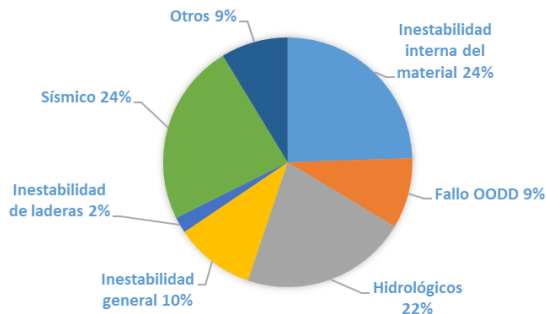
Acciones antrópicas/vandalismo

Fallo de suministro eléctrico

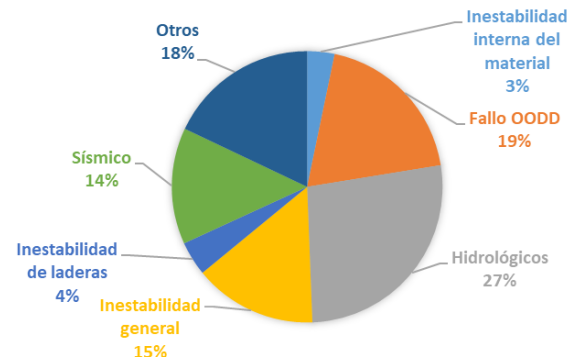
Fallo de equipos auxiliares

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 38/55 PRESAS CHG

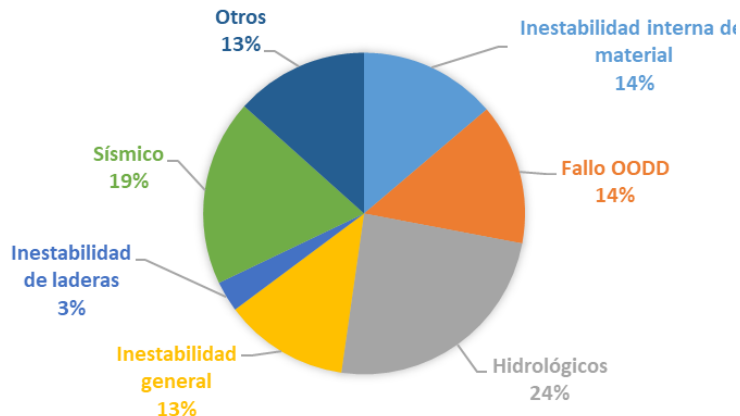
ESCENARIOS MF EN PMS



ESCENARIOS MF EN PF



ESCENARIOS MF (TODOS)



PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 38/55 PRESAS CHG

Estimación semicuantitativa riesgo MF en PMS

Categoría de probabilidad de fallo	muy alta		2				
	alta	7	8	2	1		
	media	9	27	4	6	4	
	baja	7	27	16	34	28	12
	remota	1	4	3	20	13	6
		c1	c2	c3	c4	c5	c6
		Categoría de consecuencias					

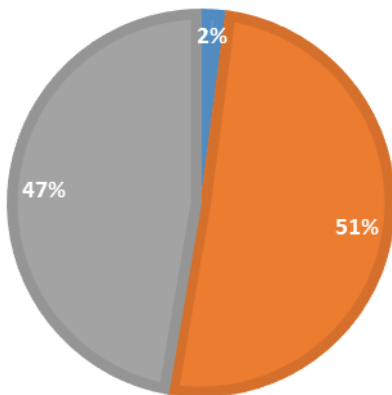
Estimación semicuantitativa riesgo MF en PF

Categoría de probabilidad de fallo	muy alta	2	1	1			
	alta	5	14	4	1		
	media	13	51	16	4	3	2
	baja	15	26	15	12	12	13
	remota	1	6	9	8	10	1
		c1	c2	c3	c4	c5	c6
		Categoría de consecuencias					

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 38/55 PRESAS CHG

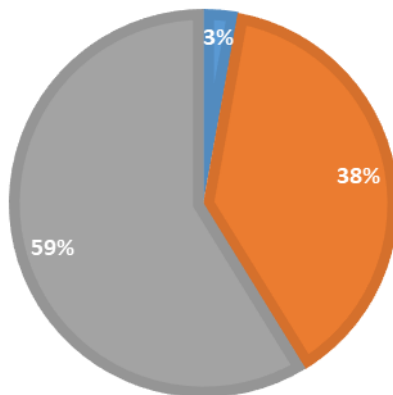
RIESGO MF - PMS

■ riesgo alto ■ riesgo medio ■ riesgo bajo



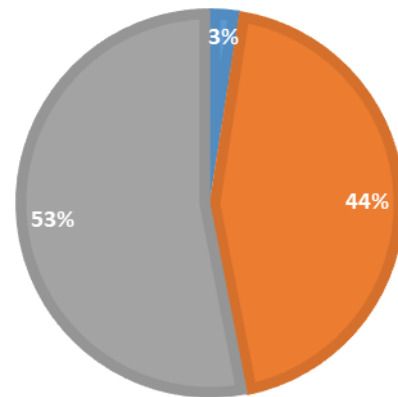
RIESGO MF - PF

■ riesgo alto ■ riesgo medio ■ riesgo bajo



RIESGO MF - TODOS

■ riesgo alto ■ riesgo medio ■ riesgo bajo

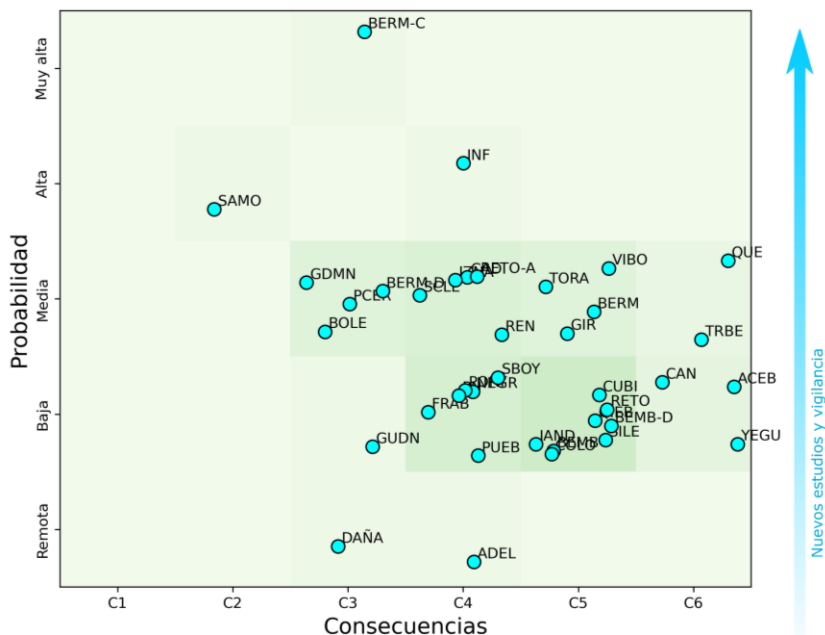


PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 38/55 PRESAS CHG

Estimación semicuantitativa Riesgo en las presas estudiadas

Acciones de mantenimiento y vigilancia

Análisis de
 riesgos
 cuantitativo y/o
 cambios en
 diseño



PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 38/55 PRESAS CHG



PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 38/55 PRESAS CHG

Estudios / Reducción Incertidumbre

- Mejora del conocimiento de las **condiciones geológicas y geotécnicas**.
- Verificaciones geométricas, medida asientos coronaciones.
- Verificación de máximas aperturas compuertas aliviaderos.
- **Tratamiento y depuración de datos de auscultación históricos.**
- Estudios hidráulicos en modelos reducidos y CFD.
- Actualización de estudios de estabilidad.
- Inspecciones subacuáticas.
- Vaciado de cuencos e inspección .
- Revisión estructural de compuertas radiales para vertido sobre compuerta.
- Verificación de condiciones de inyectabilidad.
- Verificación de eficacia de pantallas de drenaje.
- Revisión de la amenaza hidrológica.
- Análisis de envejecimiento y degradación de materiales.
- Análisis de agresividad de las aguas.
- Actualización de la amenaza sísmica y la respuesta de la presa.
- Análisis de materiales frente a solicitaciones dinámicas.
- Revisión/Actualización/Redacción de Plan de Puesta en Carga.
- Seguimiento de laderas con INSAR (Copernicus).

Gobernanza

- Garantizar una dotación mínima de personal de explotación suficiente.
- Aprobación e implantación de las Normas de Explotación - Formación del personal.
- **Aprobación e implantación del Plan de Emergencia - Formación del personal.**
- **Reforzar la coordinación con Protección Civil en el PEP.**
- Mejora de conocimiento de afecciones aguas abajo para fallos con caudales vertidos inferiores a los de rotura H2.
- Mejorar infraestructura SAIH en cuenca aportadora.
- Implementar el programa ERHIN.
- Instar a aplicaciones forestales a hacer mantenimiento periódico.
- Actualizar el plan contra incendios.
- Protocolo de acceso a galerías de presa.
- Revisar la concesión del pantalán.
- **Instar a Comisaría de Aguas a recuperar el DPH.**
- **Deslinde del río aguas abajo de la presa.**
- **Establecer un protocolo junto con la Junta de Andalucía para desarrollar unas buenas prácticas agrícolas en la zona.**
- Conocimiento real de las afecciones.
- Mantenimiento bajo una misma Dirección de Explotación presas encadenadas.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 38/55 PRESAS CHG

Mantenimiento - Vigilancia - Instrumentación

- **Refuerzo del personal de mantenimiento y explotación**
- **Garantizar la continuidad de los Contratos de Servicios de Mantenimiento de Presas.**
- Instalación/Recuperación de sistemas de auscultación automáticos.
- **Adecuar auscultación a las necesidades surgidas de modos de fallo identificados.**
- Limpieza/Reperforación pantallas de drenaje en cimientto.
- Refuerzo pantallas de impermeabilización.
- Eliminar/sellar tomas directas a embalse (desentarquinados).
- Limpieza de vegetación en espaldones, contactos y cauce.
- GGEE: duplicación, conmutación, instalación de tomas rápidas.
- Reducción vulnerabilidad frente incendios.
- Reducción vulnerabilidad frente inundación.
- **Reducción de vulnerabilidad a acciones antrópicas - Seguridad Física.**
- Instalación de señalización en lámina de agua (líneas de boyas).
- **Mejora del sistema de comunicaciones.**
- Cerrar huecos con posibilidad de entrada de agua a cámaras a niveles altos.
- Mejorar condiciones de acceso a zonas aisladas, iluminación, prevención de riesgos laborales.

Rehabilitación estructural y funcional

- Recuperación operatividad de OODD.
- Mejora de la aireación de OODD (cavitación).
- Clausura definitiva de OODD aterrados o irrecuperables.
- Adaptación de compuertas radiales para vertido sobre compuerta.
- Recrecimiento de cajeros en aliviaderos.
- Reparaciones en rápidas, cuencos de aliviaderos, anclajes.
- Recuperación de resguardo normal por asientos.
- Construcción/prolongación de pretils en coronación.
- Recrecimiento de presas a efectos de aumentar el resguardo normal.
- Refuerzo/Reposición de rip-rap (protección frente oleaje).
- Inyecciones de impermeabilización en cuerpo de presa.
- Sellado de fugas en vasos de embalses: tapices de arcilla, hormigón proyectado, pantallas.
- Mejora de la estabilidad mediante recrecimiento o aumento de carga en pie (PMS).
- Reducción de afecciones aguas abajo para caudales explotación.
- Estabilización de laderas en vaso embalse y zonas reintegro al río aliviaderos.
- Desvío de LEAT, reubicación parques de transformación (CCHH) para evitar afecciones en vertidos aliviaderos o riesgo de incendio.
- Actualización de instalación eléctrica.
- Reparación de puentes sobre aliviaderos con tráfico pesado.
- Seguridad vial: aumento ancho de coronación, sistemas de contención de vehículos, refuerzo señalización.

RIESGO TOLERABLE

Ha sido definido por Salmon, en su publicación “Medir y gestionar la seguridad de las presas: el papel del riesgo” como:

“AQUEL CON EL QUE ESTAMOS DISPUESTOS A CONVIVIR PARA ASEGURAR CIERTOS BENEFICIOS NETOS, EN LA CONFIANZA DE QUE ESTÁ SIENDO ADECUADAMENTE CONTROLADO, MANTENIDO BAJO REVISIÓN Y ADEMÁS REDUCIDO COMO Y CUANDO SEA POSIBLE”.