

AUSCULTACIÓN EFICIENTE DE PRESAS:
LECCIONES APRENDIDAS Y NUEVAS TENDENCIAS



El nuevo boletín de ICOLD: Lecciones aprendidas y casos prácticos

Jürgen Fleitz
OFITECO

El Comité Técnico de Auscultación de SPANCOLD

- David Alonso (Acciona)
- Julián Alonso (Endesa)
- Roberto Arias (Aguas de Galicia)
- Carlos Barbero (Agencia Catalana del Agua)
- Isaac Bisús
- Francisco Blázquez (Canal de Isabel II)
- José Ignacio Díaz-Caneja
- Alexi Adriana Duque (Integral Colombia)
- Juan Carlos Elipe (Iberdrola)
- Ignacio Escuder (Univ. Polit. Valencia)
- Jürgen Fleitz (Ofiteco)
- David Galán (Canal de Isabel II)
- René Gómez (CH Ebro)
- Manuel Gómez de Membrillera (Ofiteco)
- Nuria Jiménez (CH Guadalquivir)
- Raimundo Lafuente (CH Ebro)
- Javier Moralo (Gas Natural Fenosa)
- Carlos Moreno (Eptisa)
- Eduardo Ortega (Viesgo)
- Roque Paolantonio
- Agustín Pastor
- David Pérez (Gas Natural Fenosa)
- Julián Portillo (Geocisa)
- José Antonio Remesal (Junta de Andalucía)
- Ismael Reviriego (Viesgo)
- Felipe Río (Endesa)
- Francisco Ureña (CH Guadalquivir)
- Antonio Vaquero (HCC)
- Fernando Vázquez (Emasesa)

TCDS 2013–2018: Miembros de 26 países



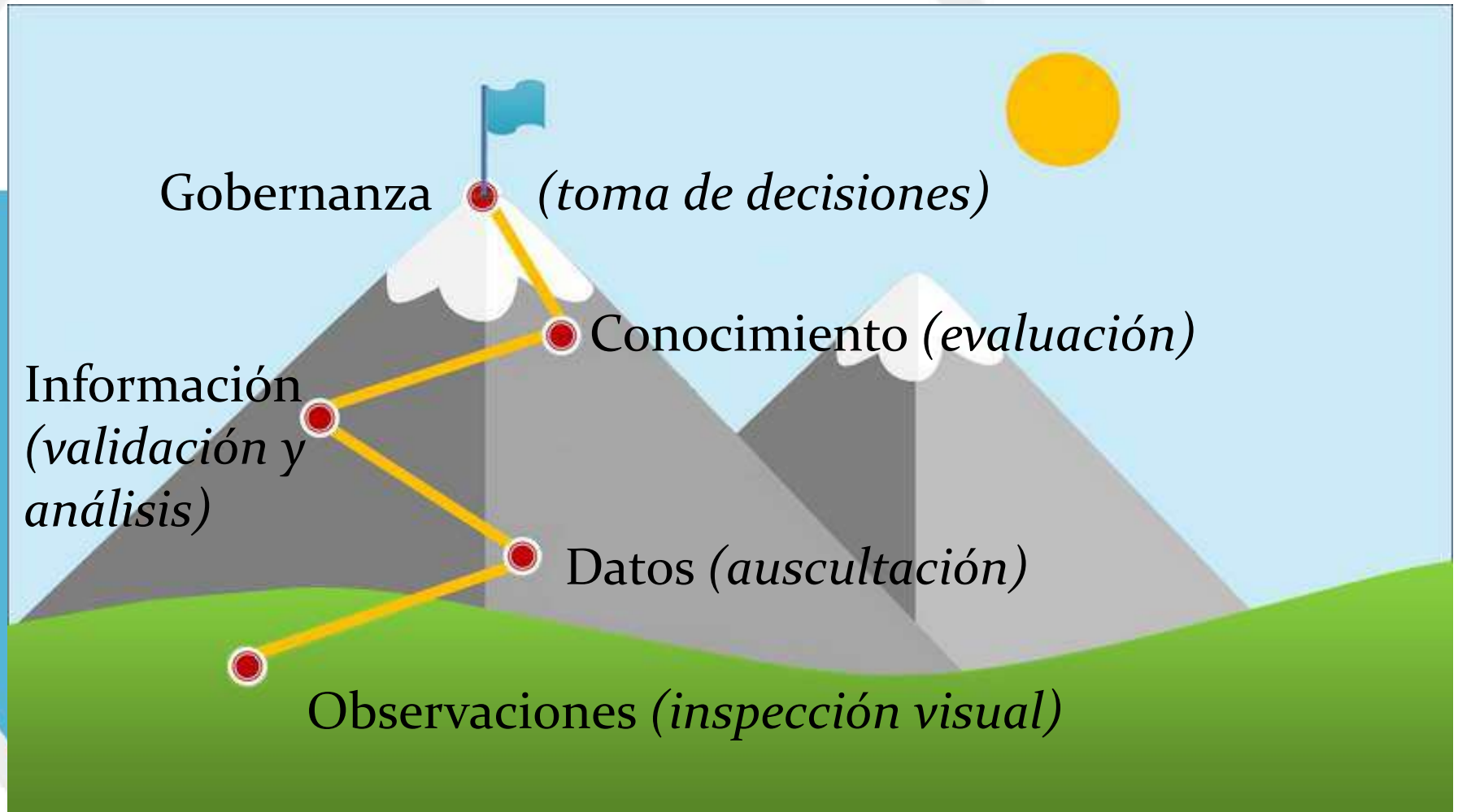


Johannesburgo 2016



Praga 2017

Conceptos

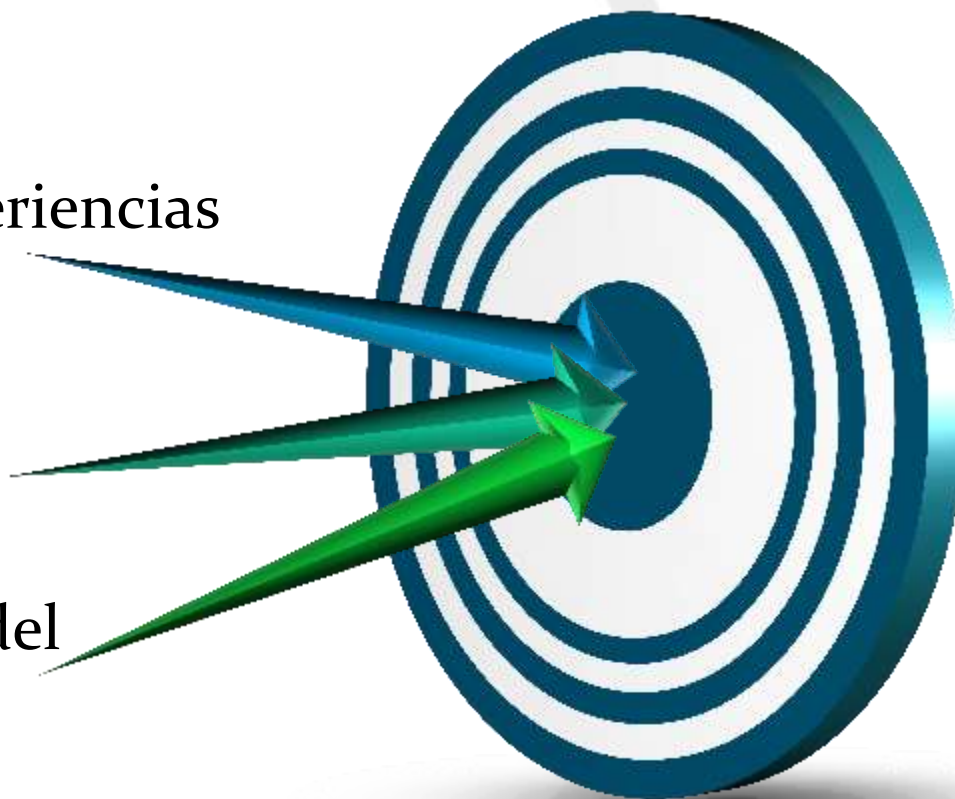


Objetivos del nuevo boletín de casos prácticos

Intercambio de experiencias
(aciertos y errores)

Formación

Transmisión del
conocimiento

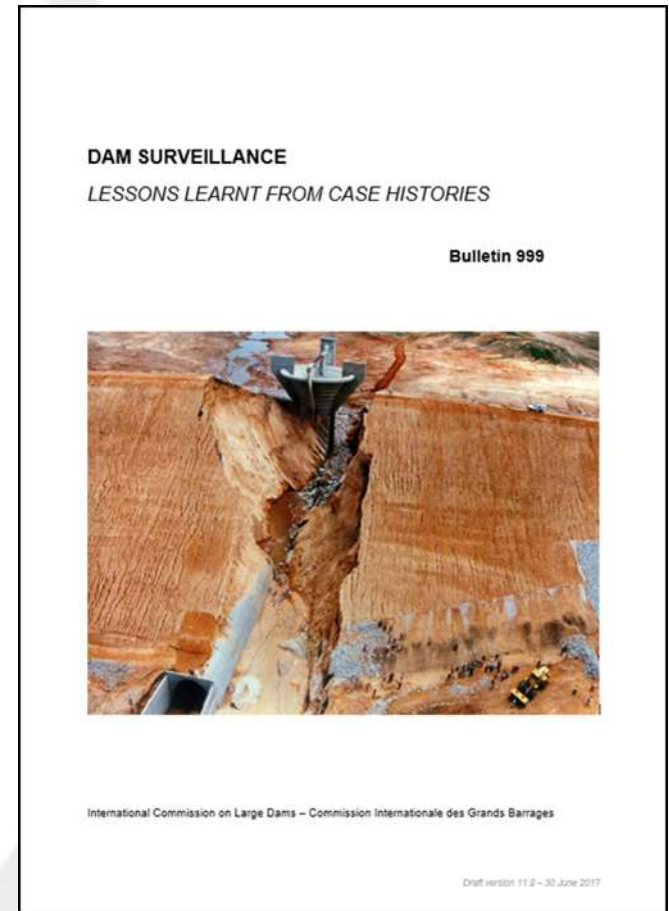


Categorías de los casos prácticos

- a) Métodos para **mejorar la calidad y fiabilidad** de la información
- b) **Gestión de datos** (proceso y representación)
- c) Técnicas de **diagnóstico eficaces** para la determinación de los patrones de comportamiento
- d) **Sistemas de auscultación específicos** para optimizar el costo de mantenimiento, rehabilitación y ciclo de vida
- e) Impacto de la vigilancia en la **prevención de incidentes** y roturas de presas
- f) **Sistemas de gestión** de vigilancia de presas

El nuevo boletín de casos prácticos

- 9 Casos de referencia
(benchmark case histories)
- 71 Casos prácticos
(case histories)
- 22 países
- 80 ingenieros y
expertos en presas

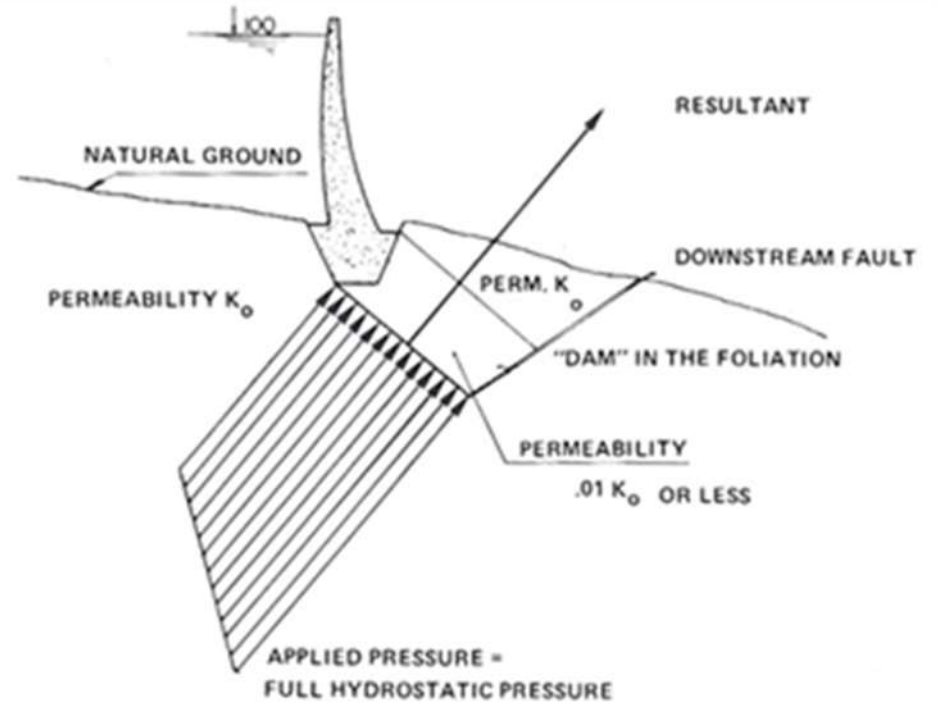


Contenido del boletín

- 1** Introducción
- 2** Clasificación de casos y lecciones aprendidas
- 3** Casos de referencia (benchmark c.h.)
- 4** Conclusiones
- 5** Referencias
- 6** Adenda: casos prácticos por países
- 7** Índice de palabras clave

Malpasset

- La importancia de auscultar la cimentación



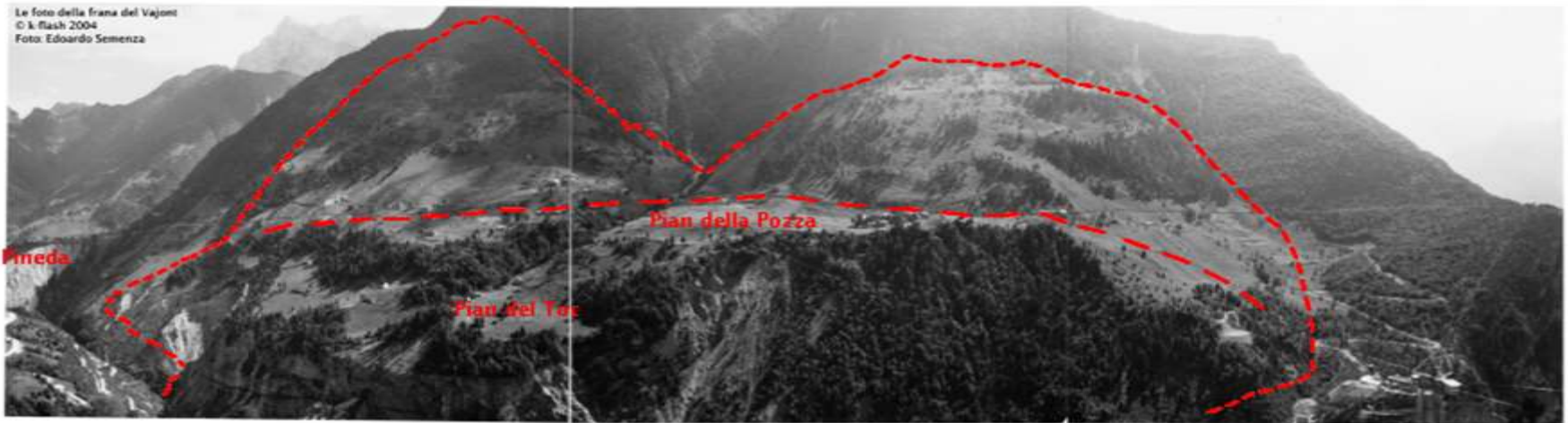
Después de la construcción 1954



Después de la rotura 1959

Vajont

- La importancia de las laderas de embalse



9 Oct 1963



Teton

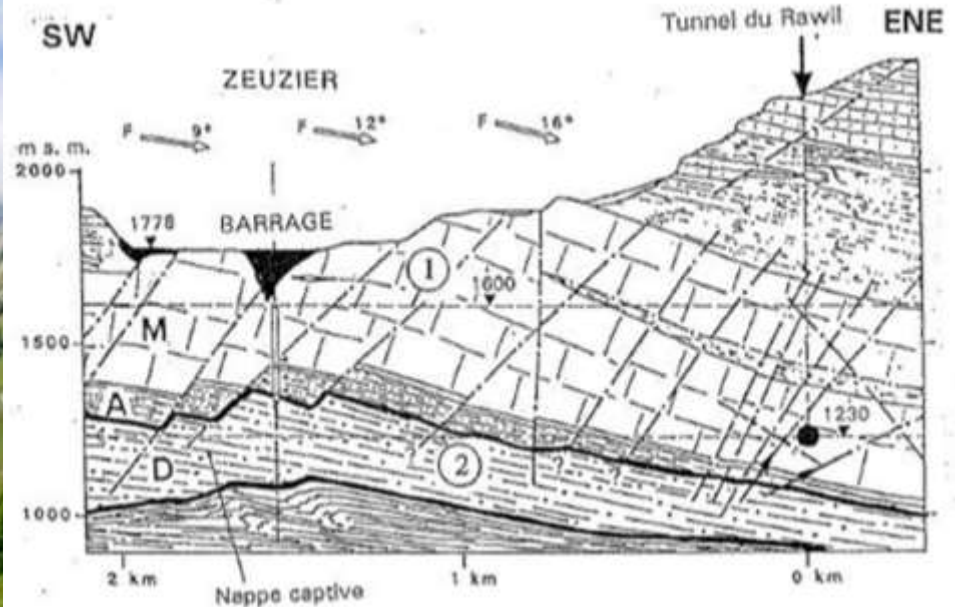
- La importancia de una inspección visual diligente



5 jun 1976

Zeuzier

- El increíble efecto de alivio de la presión intersticial



Folsom

- Rotura de compuerta, con revisiones periódicas (pero no completas)



17 jul 1995

Cahora Bassa

- La importancia de una correcta instalación sobre la fiabilidad de datos y la vida útil de los instrumentos



Zoeknog

- Rotura, anunciado por piezómetros, pero ignorado



25 ene 1993

Tous

- La importancia de sistemas de energía redundantes

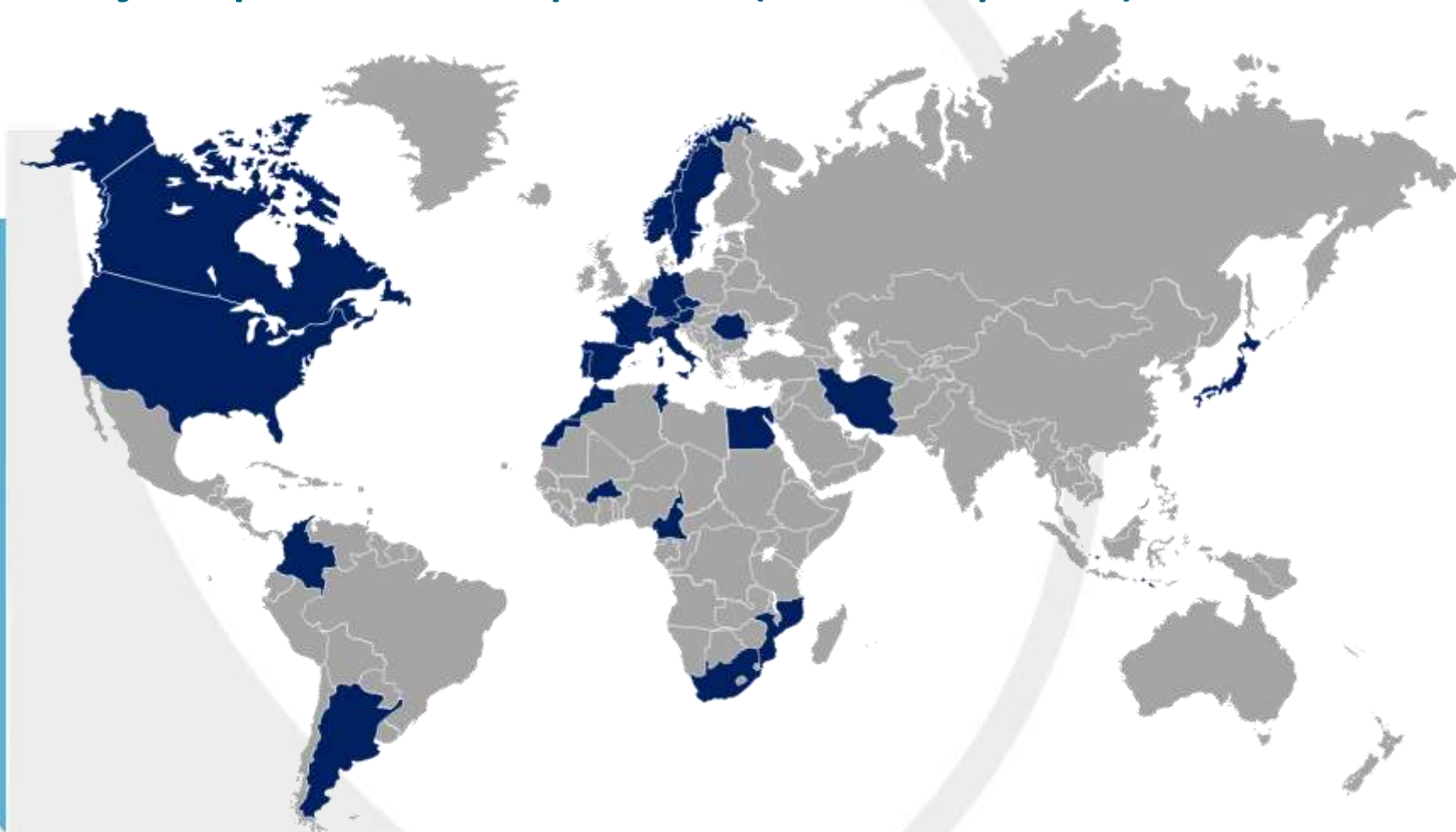


20 oct 1982

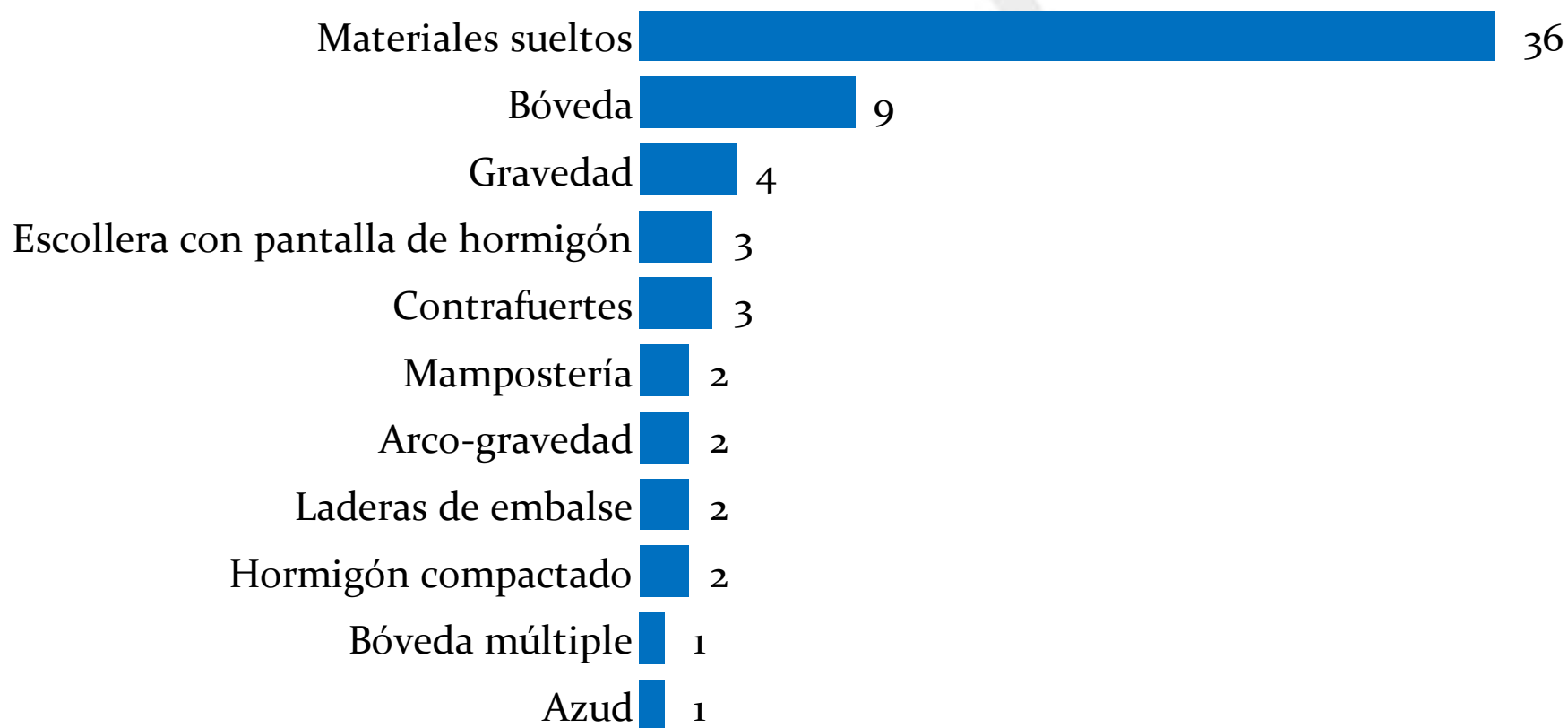
Criterios de clasificación de los casos prácticos

- País
- Tipo de presa
- Edad de presa
- Altura de presa
- Categorías según TdR
- Objetivos, beneficios, observaciones
- Riesgos y modos de fallo
- Índice de palabras clave

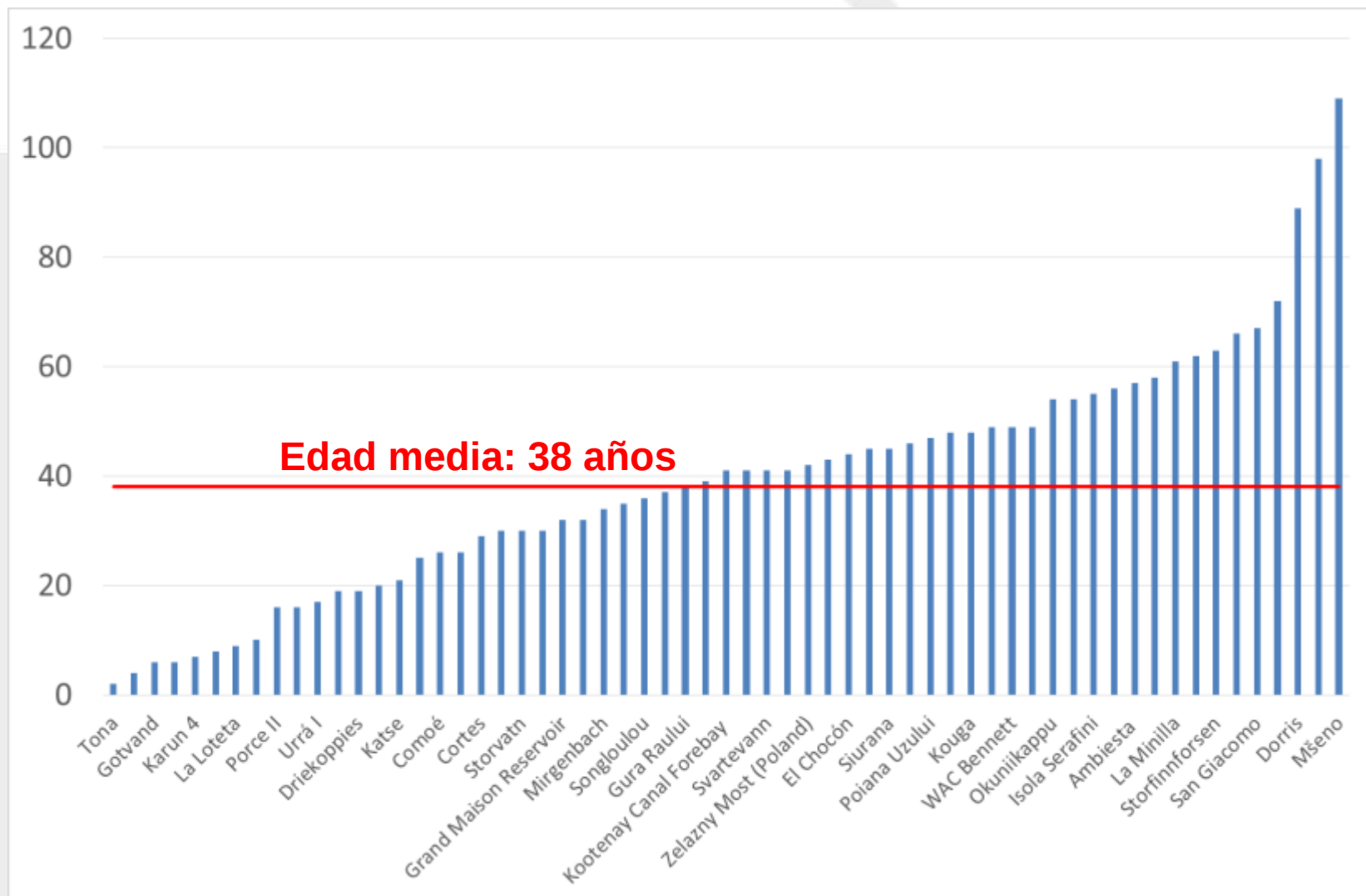
80 ejemplos de 22 países (8 de España)



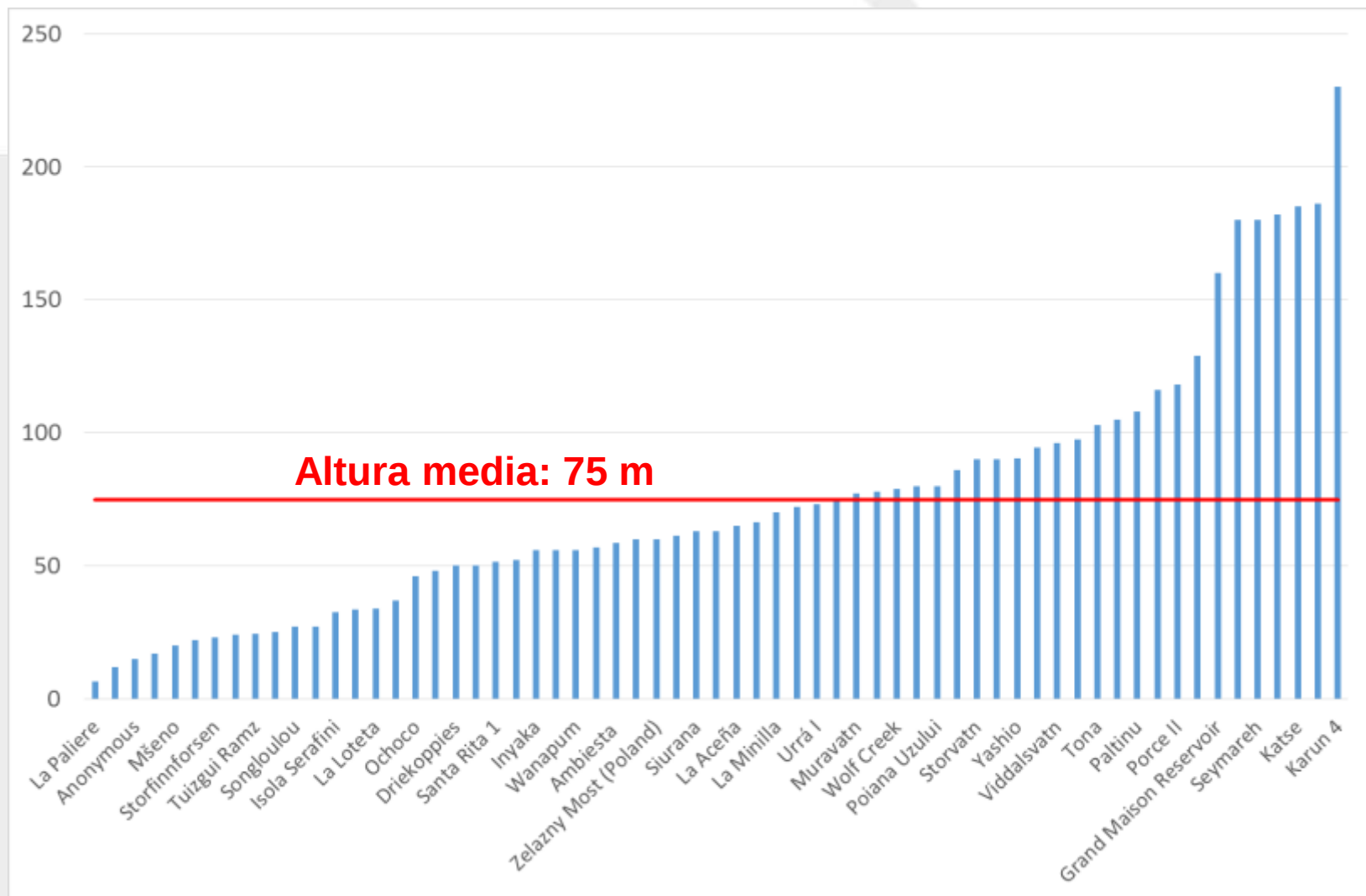
Tipo de presa



Edad de presa



Altura de presa



Categorías según Términos de Referencia

Categorías de los casos prácticos		Nº	%
a)	Métodos para mejorar la calidad y fiabilidad de la información	21	29,6%
b)	Gestión de datos (proceso y representación)	19	26,8%
c)	Técnicas de diagnóstico eficaces para la determinación de los patrones de comportamiento	40	56,3%
d)	Sistemas de auscultación específicos para optimizar el costo de mantenimiento, rehabilitación y ciclo de vida	29	40,8%
e)	Impacto de la vigilancia en la prevención de incidentes y roturas de presas	43	60,6%
f)	Sistemas de gestión de vigilancia de presas	7	9,9%

Objetivos y beneficios principales, observaciones

Nº	Country	Dam	Dam type	Main Objective	Main Benefit	Observations
1	Argentina	<u>El Chocón</u>	Embankment dam with clay core	Early detection of failure mechanisms	Correct and on time remedial action	Early detection of potential erosion and assessment of remedial works
2	Austria	<u>Durlassboden</u>	Embankment dam with earth core	Surveillance of the grout curtain	Good understanding of dam behaviour	Control of seepage and <u>piezometric</u> levels in foundation
3	Austria	<u>Gmuend</u>	Arch dam upgraded with a gravity dam	Influence of material of instruments on results	Improvement of measurement results	Temperature impact on quality of monitoring data
4	Austria	<u>Zillergründl</u>	Arch dam	Surveillance of dam foundation & seismic analysis	Controlled uplift in the dam foundation & confirmation of numerical analysis	Good correlation of predicted and measured dam behaviour
5	Burkina Faso	<u>Comoé</u>	Embankment dam	Highlight the specific behaviour of tropical soils	Improving the safety of the dam without emptying the reservoir	Detection of piping action in a lateritic dam foundation due to erosion and dissolution
6	Cameroun	<u>Songloulou</u>	Embankment dam with a 133 m concrete spillway	Close follow-up of concrete expansion due to AAR development	After its reinforcement, monitoring system became efficient	AAR is a very serious concrete pathology which may impact dam safety and operation
7	Canada	Kootenay Canal Forebay	Two concrete faced <u>rockfill</u> dams	Leakage analysis at joints (concrete slabs and <u>plynth</u>)	Characterization of leakage and design of remedial works	Importance of persistent, long-term investigations and weir flow measurements by surveillance personnel
8	Canada	WAC Bennett (trends analysis)	<u>Earthfill</u> dam with central core	Regression analysis weir flow and reservoir levels	Performance evaluation of instruments and prediction	Regression analysis considering lag time and creep leads to more precise results, long term weir flow measurements
9	Canada	WAC Bennett (ROV)	<u>Earthfill</u> dam with central core	Identify and monitor features in the underwater portion of the dam	Create a full 3-dimensional model of the upstream face of the dam	Simultaneous multi-beam and side scan baseline surveys

Riesgos y modos de fallo

Hazards or failure modes	Nº of cases	%
Seepage	25	23,8%
Erosion (foundation and dam body)	15	14,3%
Pore water pressures	8	7,6%
Hydraulic fracture	4	3,8%
Foundation rock deformation	6	5,7%
Settlements, deformations and movements of dam body	9	8,6%
Uplift	7	6,7%
Sliding of dam body	1	1,0%
Temperature load	1	1,0%
Ageing of concrete & cracking	6	5,7%
Sealing membranes (cracks & behaviour)	6	5,7%
Dam slope stability	4	3,8%
Downstream river erosion	1	1,0%
Reservoir slope sliding	2	1,9%
Earthquake	3	2,9%
Sedimentation	1	1,0%
Improvement of monitoring systems	3	2,9%
Diligent monitoring data analysis	3	2,9%

Matriz para relacionar los ejemplos con los riesgos o modos de fallo

HAZARDS OR FAILURE MODE DAM CH		Seepage	Erosion (foundation and dam body)	Pore water pressures	Hydraulic fracture	Foundation rock deformation	Settlements, deformations and movements of dam body	Uplift	Sliding of dam body	Temperature load	Ageing of concrete & cracking	Sealing membranes (cracks & behaviour)	Dam slope stability	Downstream river erosion	Reservoir slope sliding	Earthquake	Sedimentation	Improvement of monitoring systems	Diligent monitoring data analysis
1	El Chocón																		
2	Durlasboden																		
3	Gmuend																		
4	Zillergründl																		
5	Comoé																		
6	Songloulou																		
7	Kootenay Canal Forebay																		
8	WAC Bennett (trends analysis)																		

Índice de palabras clave

KEY WORDS	CASE HISTORIES
Abutment	Santa Rita, <u>Urrá I</u>
Advection	Canadian embankment dam with central till core (case history nº10)
Ageing	La <u>Paliere</u>
Alkali-aggregate reaction (AAR)	<u>Songloulou</u>
Amortization period	La <u>Minilla</u> + El <u>Gergal</u>
Analysis	Automatic monitoring system of Portuguese dams (case history nº45)
Analysis of alternatives	La <u>Minilla</u> + El <u>Gergal</u>
Annual thermal response	Canadian embankment dam with central till core (case history nº10)
Asphaltic concrete core	<u>Storvatn</u>
Atypical leakage event	Kootenay Canal <u>Forebay</u>
Automated monitoring	<u>Zillergründl</u> , <u>Okuniikappu</u> , Automatic monitoring system of Portuguese dams (case history nº45), 55 dams in Ebro river basin
Basin	El-Karm
Bathymetry	Isola <u>Serafini</u>
<u>Behaviour</u>	20 high risk dams
Bio-location	<u>Ohrigstad</u>
Bitumen	Trial dam

El camino a seguir

- “**VENTANILLA ABIERTA**” para contribuir con nuevos ejemplos de casos prácticos
- Objetivo: **recoger, compartir y diseminar experiencias** prácticas entre los ingenieros y técnicos relacionados con el mundo de las presas y embalses
- **Los nuevos casos se publicarán en la web de ICOLD** y el Comité Técnico Internacional se encargará de las revisiones y actualizaciones
- Para más información:
tcds.casehistories@gmail.com

Conclusiones y ...reflexiones

- 1 Normativa
- 2 Guías técnicas
- 3 Tecnología contrastada
- 4 Innovaciones tecnológicas
- 5 Mayor capacidad de análisis
- 6 Sistemas de gestión

- 1 Rotación y reducción de personal
- 2 Carencias de formación
- 3 Pérdida de conocimiento
- 4 Falta de recursos económicos
- 5 Comunicación y conciencia de la problemática
- 6 Gobernanza

GRACIAS!



jfleitz@ofiteco.com