

# “GESTIÓN DE RIESGOS EN SEGURIDAD DE PRESAS: EXPERIENCIA ESPAÑOLA”



Ignacio Escuder Bueno  
*Presidente de SPANCOLD - CNEGP*

Comité Nacional Español de Grandes Presas  
Commission Internationale des Grands Barrages  
International Commission on Large Dams



iPresas  
Risk Analysis



UNIVERSITAT  
POLITÉCNICA  
DE VALÈNCIA



iescuder@hma.upv.es  
www.ipresas.com



Ignacio Escuder Bueno

Buenos Aires, 7 de junio de 2018

# Introducción



**1976, Teton  
Dam Failure,  
Wyoming (USA)**



**2005, HURACAN KATRINA  
NEW ORLEANS  
LOUISIANA (USA)**

# Introducción

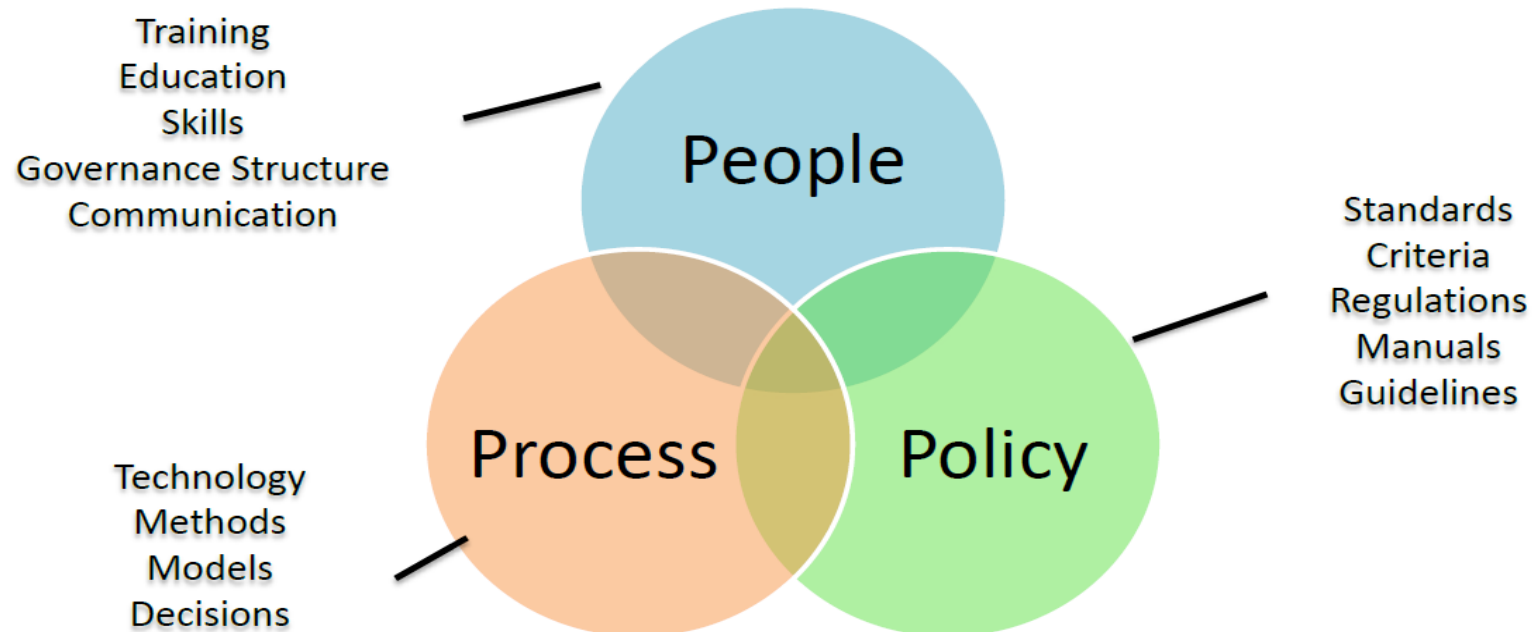
DEPARTMENT OF THE ARMY  
US Army Corps of Engineers  
Washington, DC 20314-1000

ER 1110-2-1156

CECW-CE

Regulation  
No. 1110-2-1156

31 March 2014





# Introducción

1982, Fallo de la presa de Tous, Valencia (España)



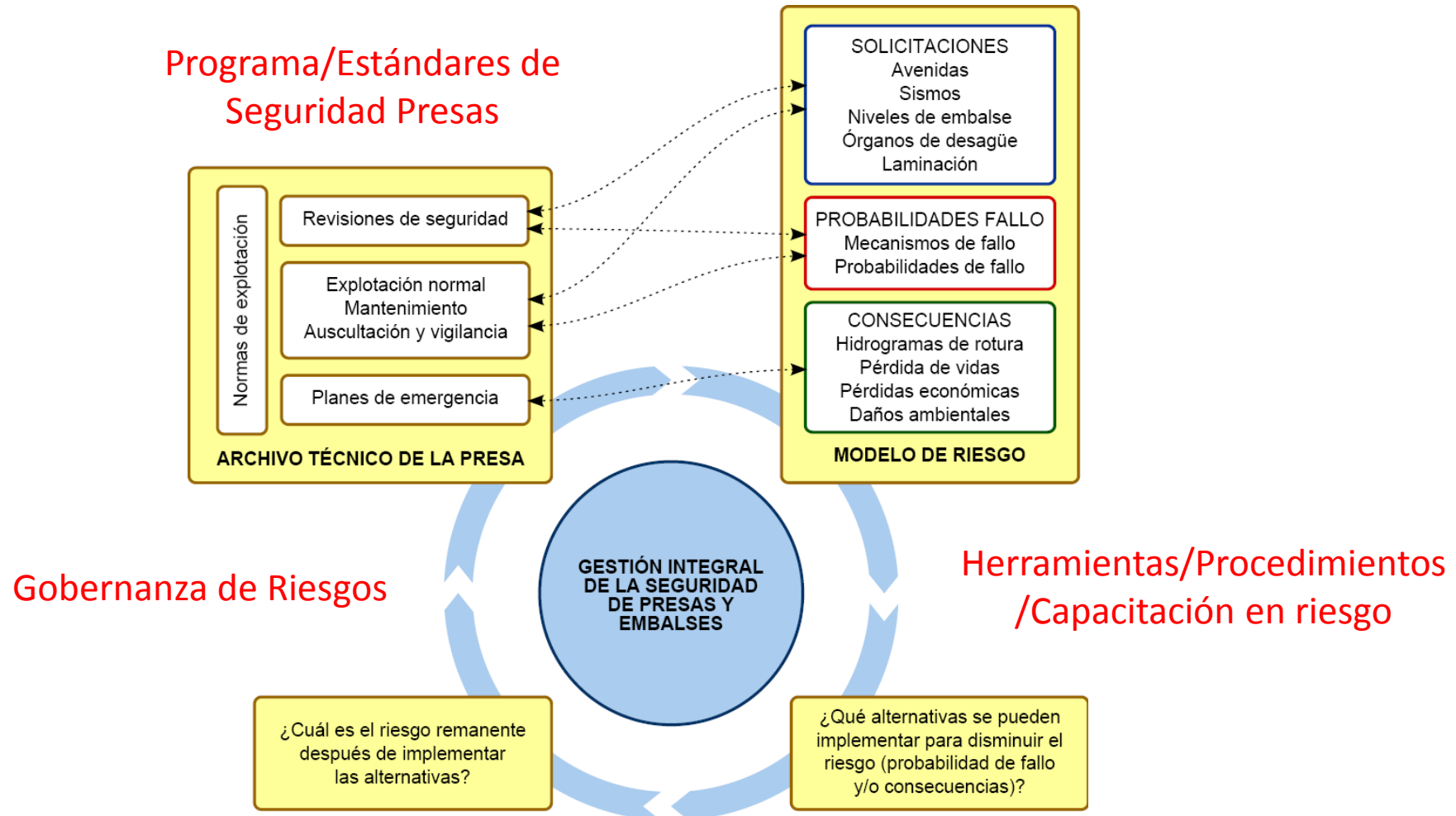
Picture: Failure of Tous Dam, Valencia, Spain, 1982

# Introducción

2012, TREINTA AÑOS DESPUÉS



# Introducción



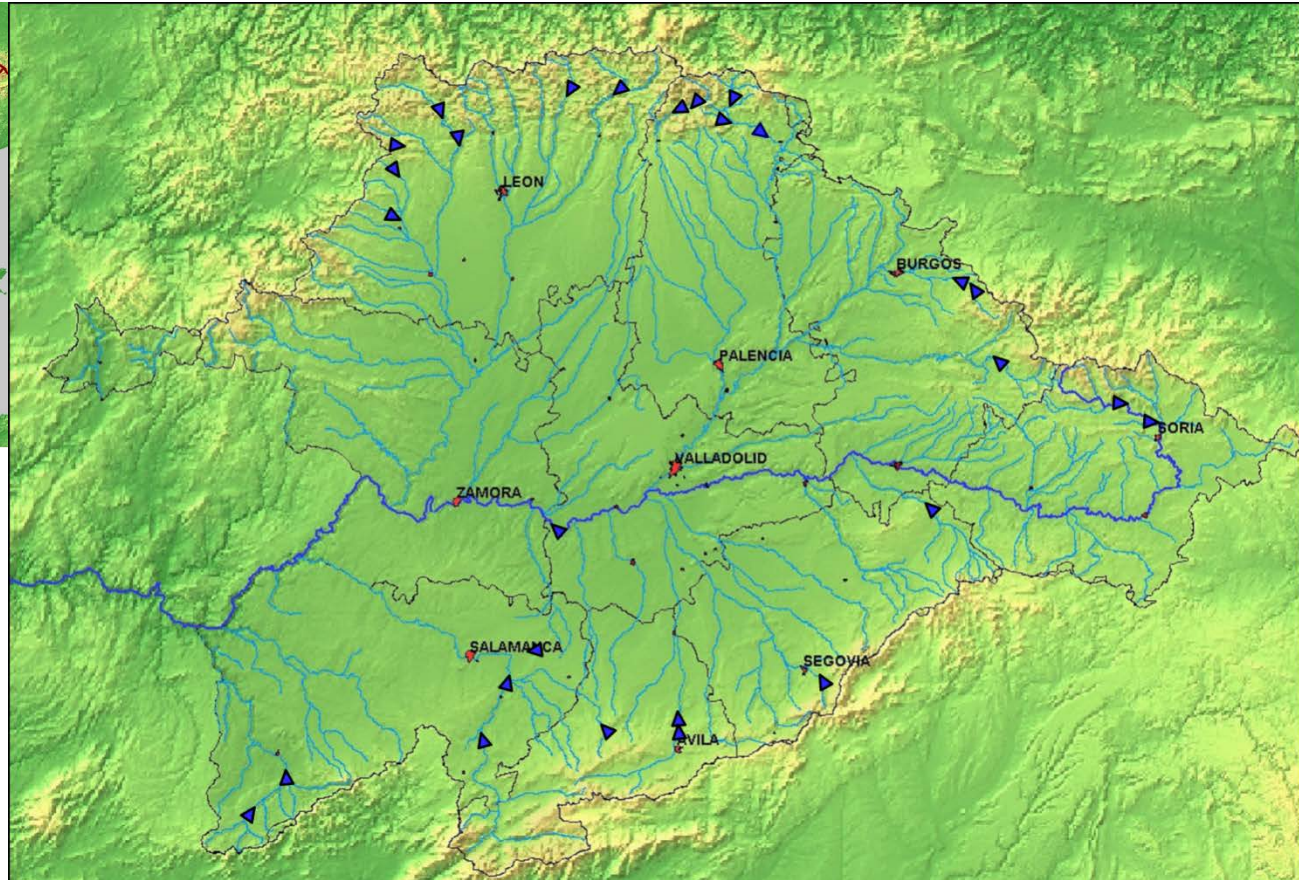


# Caso de la CH Duero

- Grandes presas en la cuenca del Duero



- 27 Grandes Presas
- 1 en construcción
- 5 Diques de Collado



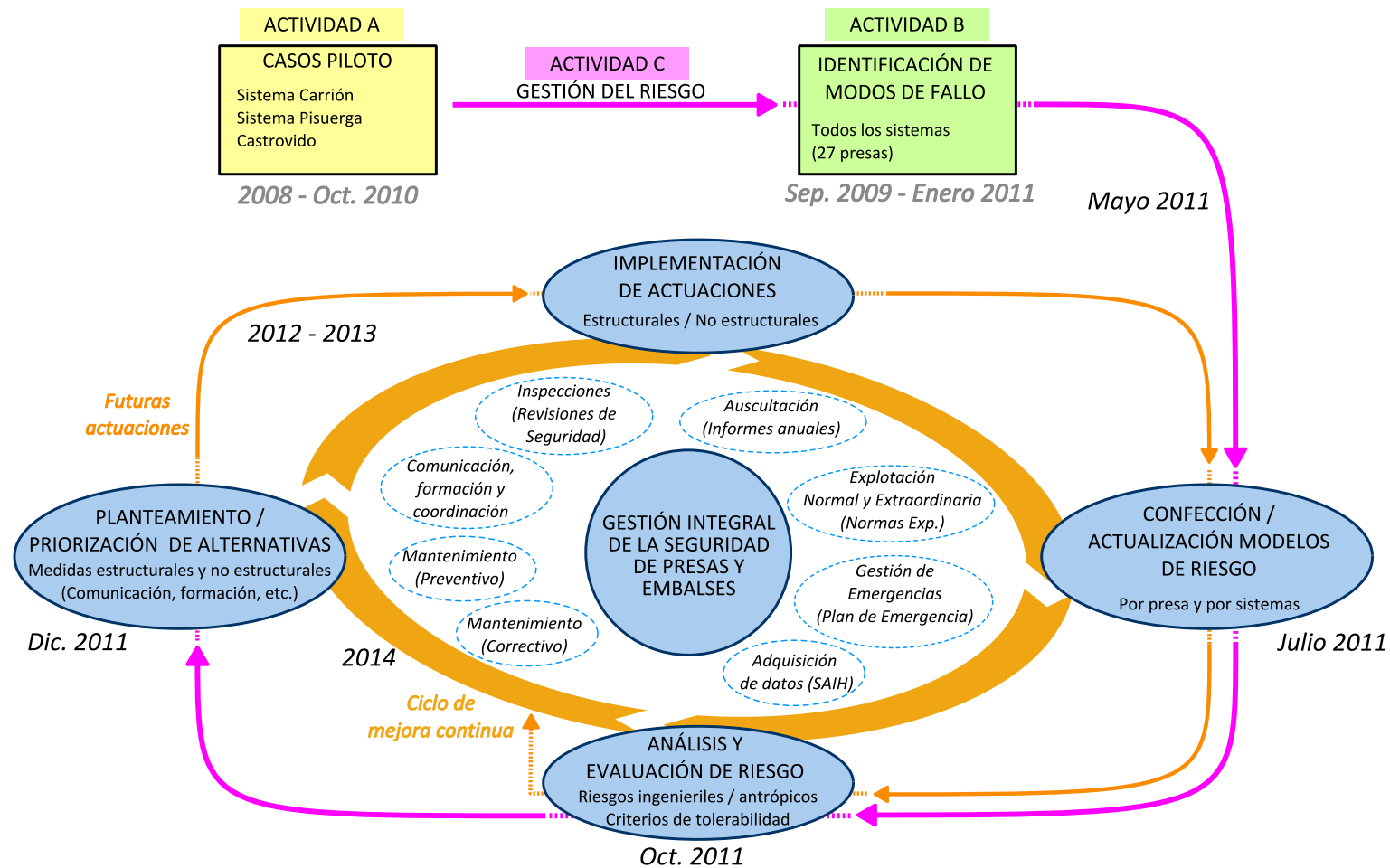
# Características de las presas

- Tipologías:
  - 15 Gravedad
  - 4 Azudes
  - 3 Bóveda
  - 3 Materiales sueltos
  - 2 Arco
- Año de construcción: desde 1923 a la actualidad
- Altura de presa: desde 11,6 hasta 100,6 m
- Volumen de embalse: desde 0,2 a 641 hm<sup>3</sup>

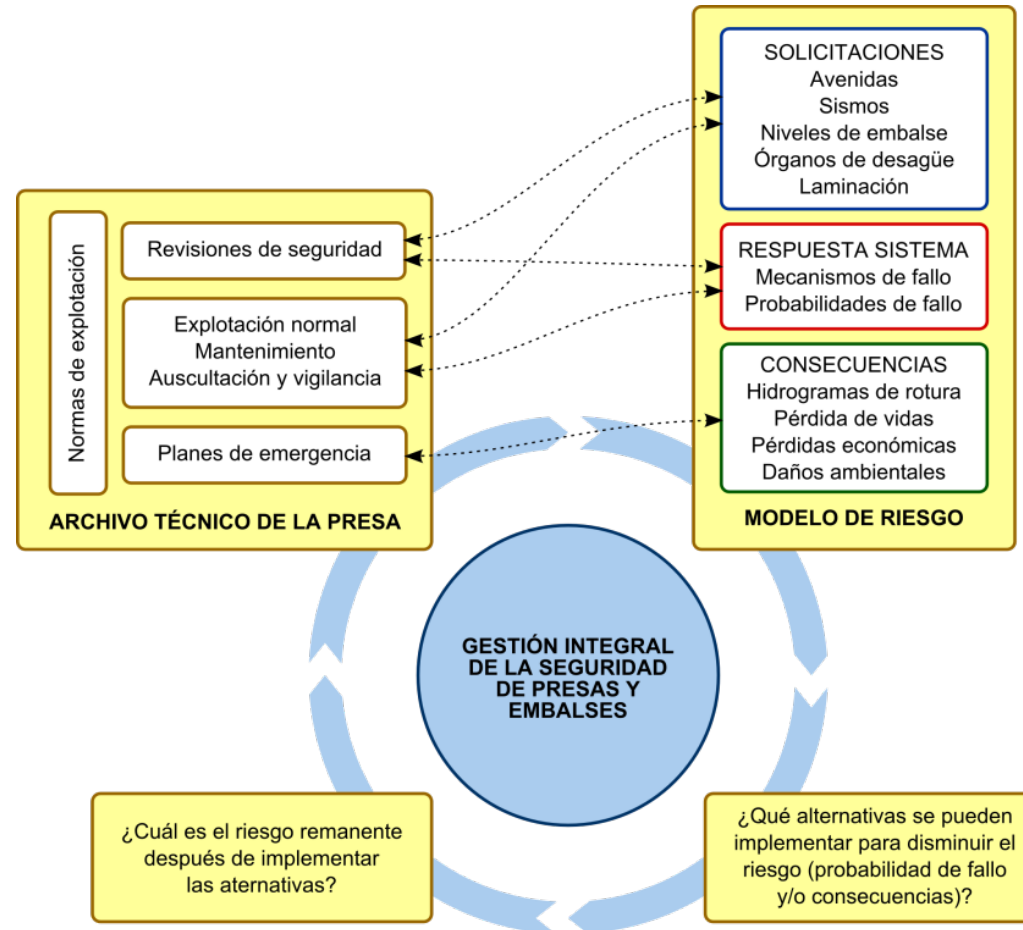




# Esquema de implantación

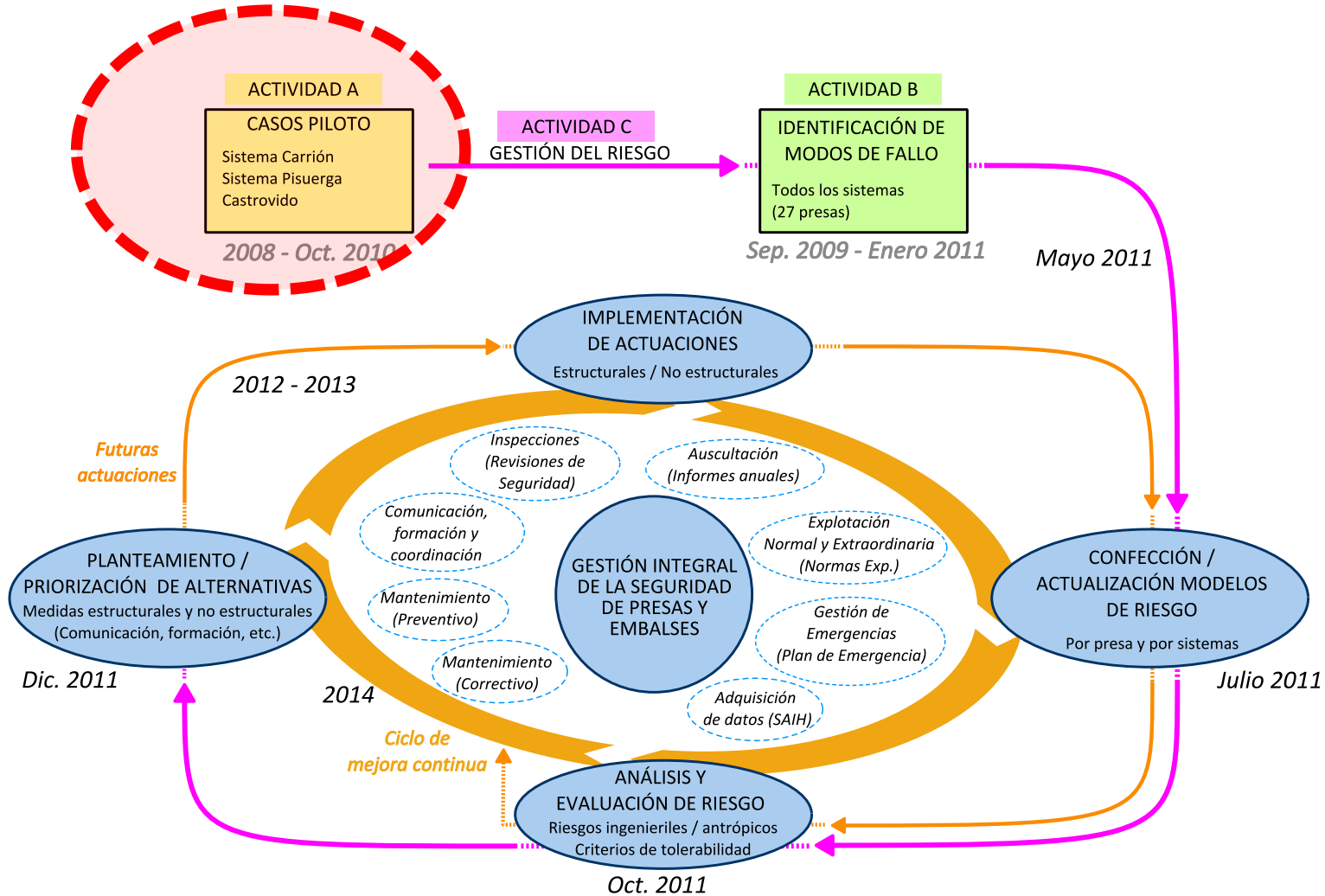


# A.R. y gestión integral de la seguridad





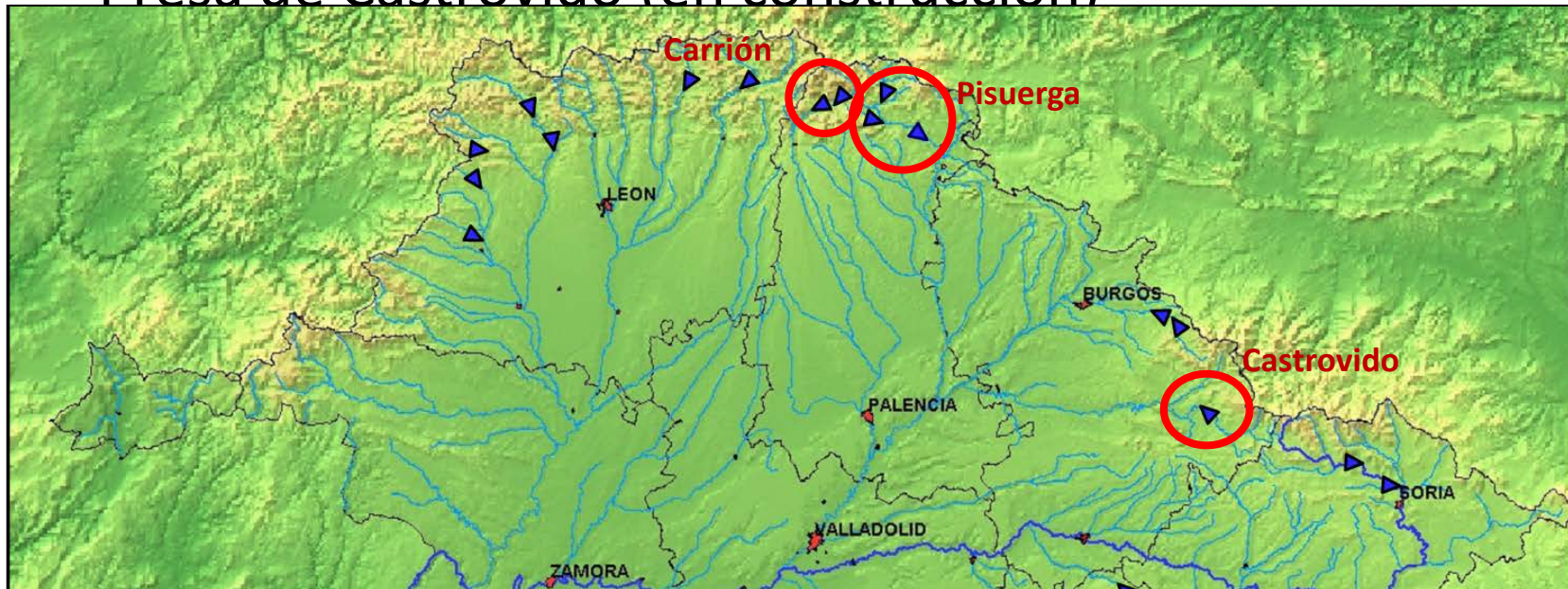
# Actividad A: Casos Piloto



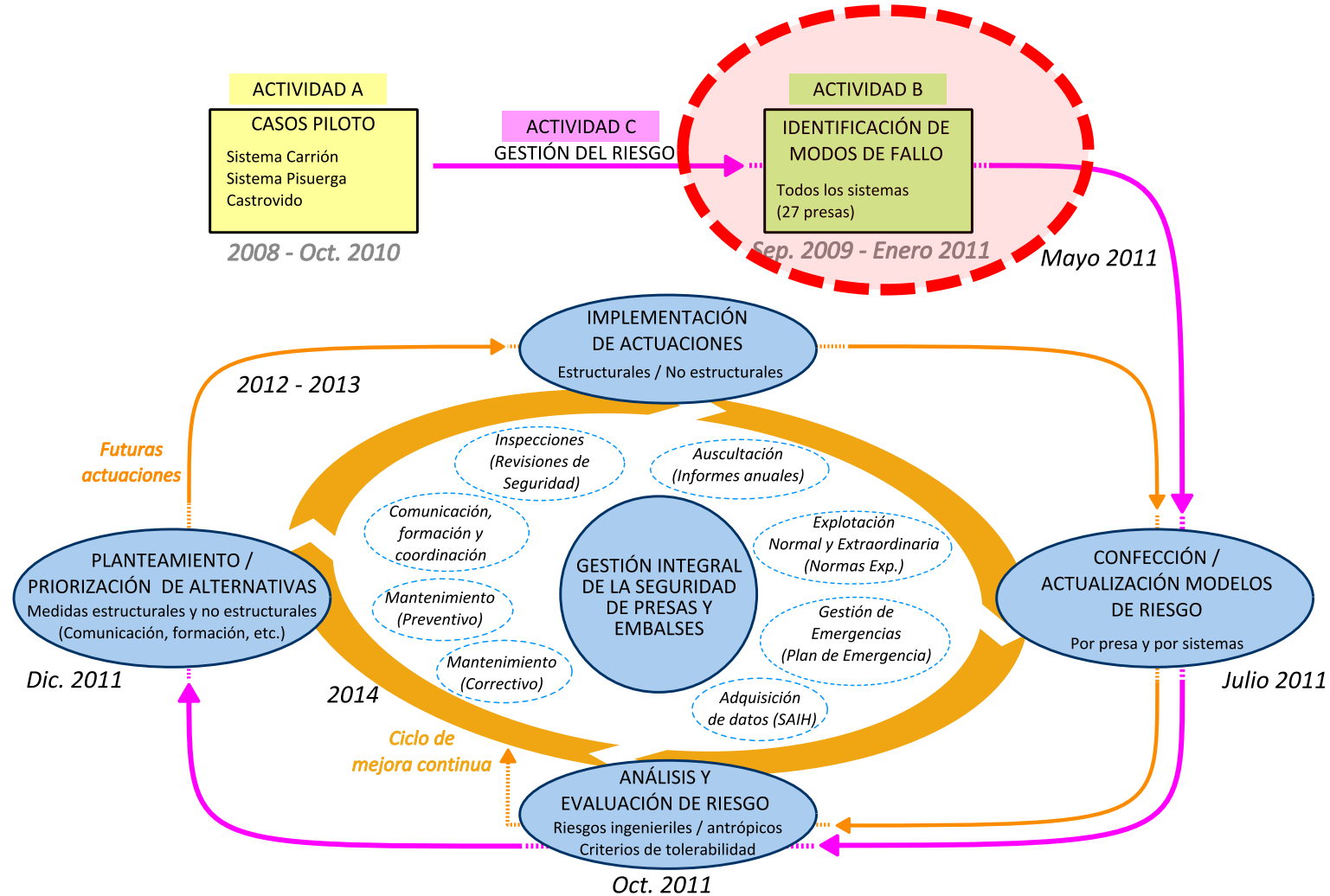


# Actividad A: Casos Piloto

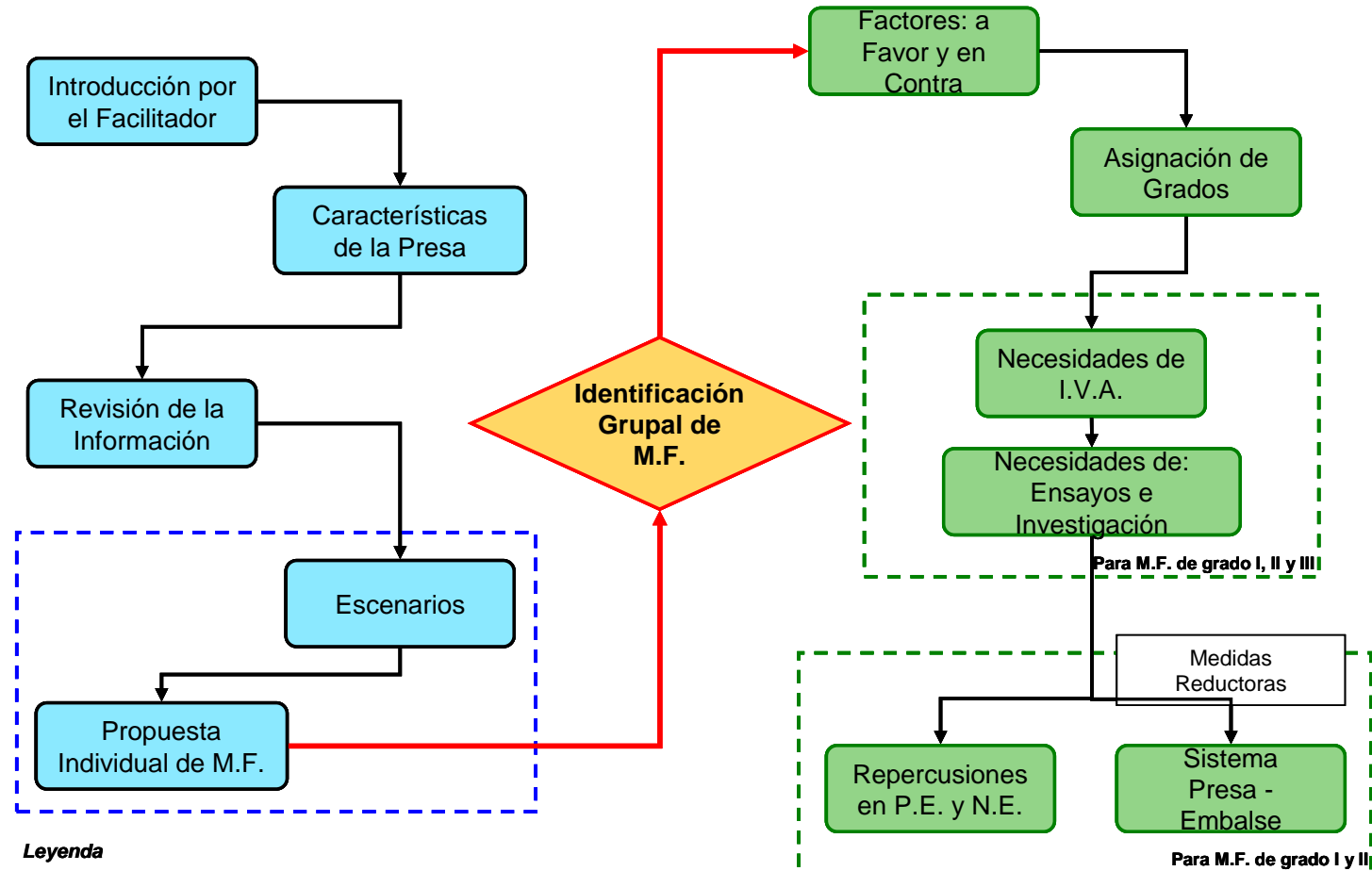
- Aplicación de la metodología a varios casos piloto:
  - Sistema Carrión: Camporredondo, Compuerto
  - Sistema Pisuerga: Aguilar de Campóo, Cervera, Requejada
  - Presa de Castrovido (en construcción)



# Actividad B: Identificación Modos de Fallo



# Identificación de Modos de Fallo



# Sesiones IMF

<b>SISTEMAS</b> <b>(Fecha revisión IMF)</b>	<b>PRESAS</b> <b>(Fecha sesión IMF)</b>
Carrión (2008)	Camporredondo (14-16 Mayo, 2008) and Compuerto (23-26 Junio, 2008)
Pisuerga (25 Octubre, 2010)	Cervera, Aguilar de Campóo and Requejada (10-14 Noviembre, 2008)
Castrovido (Abril 2010)	Castrovido (Enero-Febrero 2010)
Arlanzón (29 Noviembre, 2010)	Arlanzón (11 Diciembre, 2009) and Úzquiza (16 Diciembre, 2009, 25 Junio, 2010)
Alto Duero (29 Noviembre, 2010)	Cuerda del Pozo (10 Diciembre, 2009) and Campillo de Buitrago (13 Enero, 2010)
Porma (26 Octubre, 2010)	Porma (18 Febrero, 2010)
Riaño (26 Octubre, 2010)	Riaño (17 Febrero, 2010)
Tormes (29 Noviembre, 2010)	Santa Teresa (17 Marzo, 24 Junio, 2010) and Azud de Villagonzalo (17 Marzo, 24 Junio, 2010)
El Milagro (29 Noviembre, 2010)	El Milagro (17 Marzo, 24 Junio, 2010)
Riolobos (29 Noviembre, 2010)	Azud de Riolobos (17 Marzo, 24 Junio, 2010)
Pontón Alto (13-14 Enero, 2011)	Pontón Alto (30 Abril, 2010)
Linares del Arroyo (13-14 Enero, 2011)	Linares del Arroyo (23rd Septiembre, 2010)
Castro de las Cogotas (13-14 Enero, 2011)	Castro de las Cogotas (19 Noviembre, 2010)
San José (13-14 Enero, 2011)	San José (18 Octubre, 2010)
Águeda (13-14 Enero, 2011)	Águeda (7 Septiembre, 2010) and Irueña (4 Septiembre, 2010)
Luna (8-9 Noviembre, 2010)	Barrios de Luna (21st Julio, 2010) and Selga de Ordás (21st Julio, 2010)
Valdesamario (8-9 Noviembre, 2010)	Valdesamario (22nd Julio, 2010)
Villameca (8-9 Noviembre, 2010)	Villameca (22nd Julio, 2010)
Benamarías (8-9 Noviembre, 2010)	Benamarías (22nd Julio, 2010)



# Visitas presas para IMF

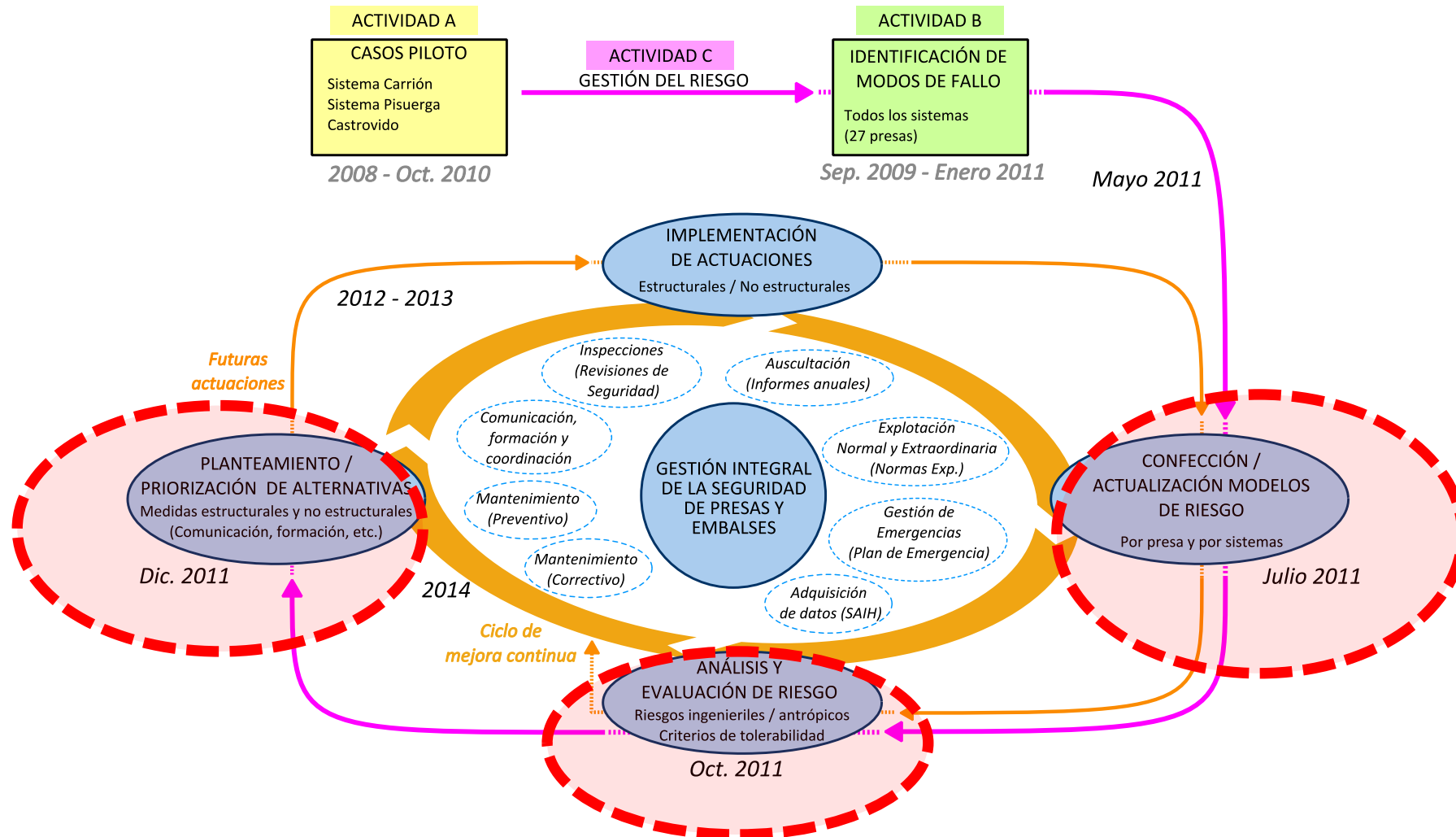


# Sesiones IMF



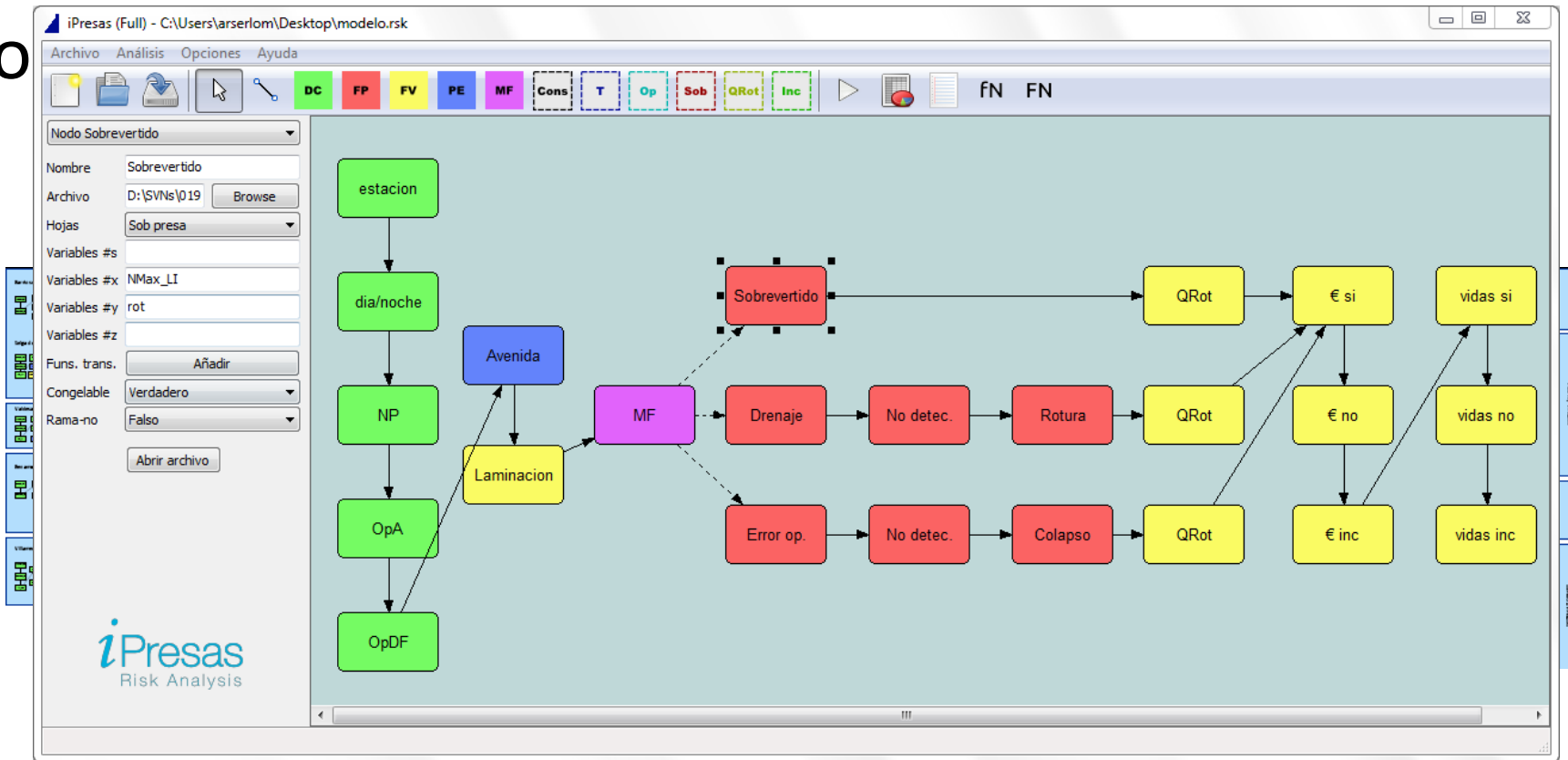


# Actividad C: Análisis del Riesgo



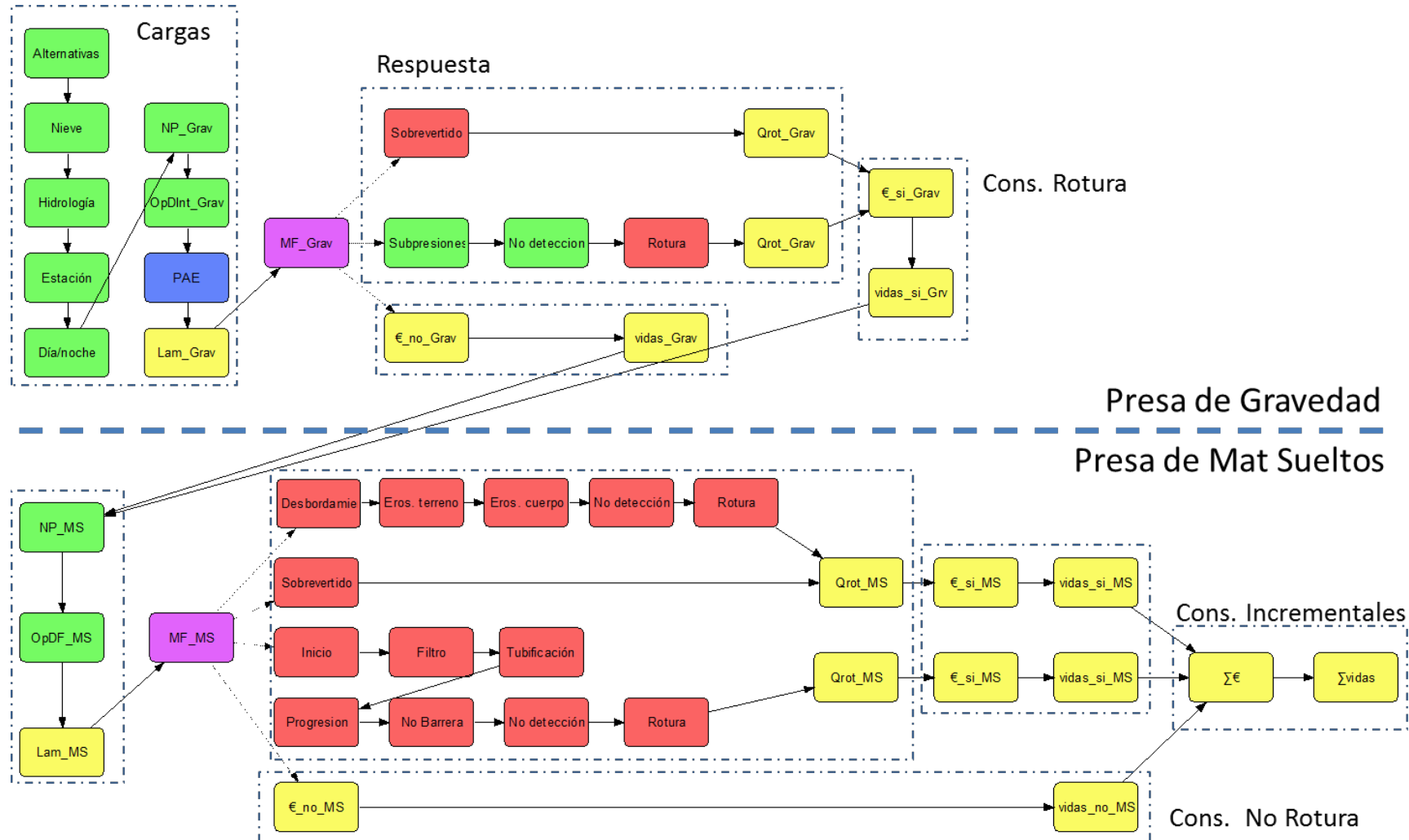
# Modelos de Riesgo elaborados

- Modelos de riesgo para las 27 presas (6 sistemas de presas interco)





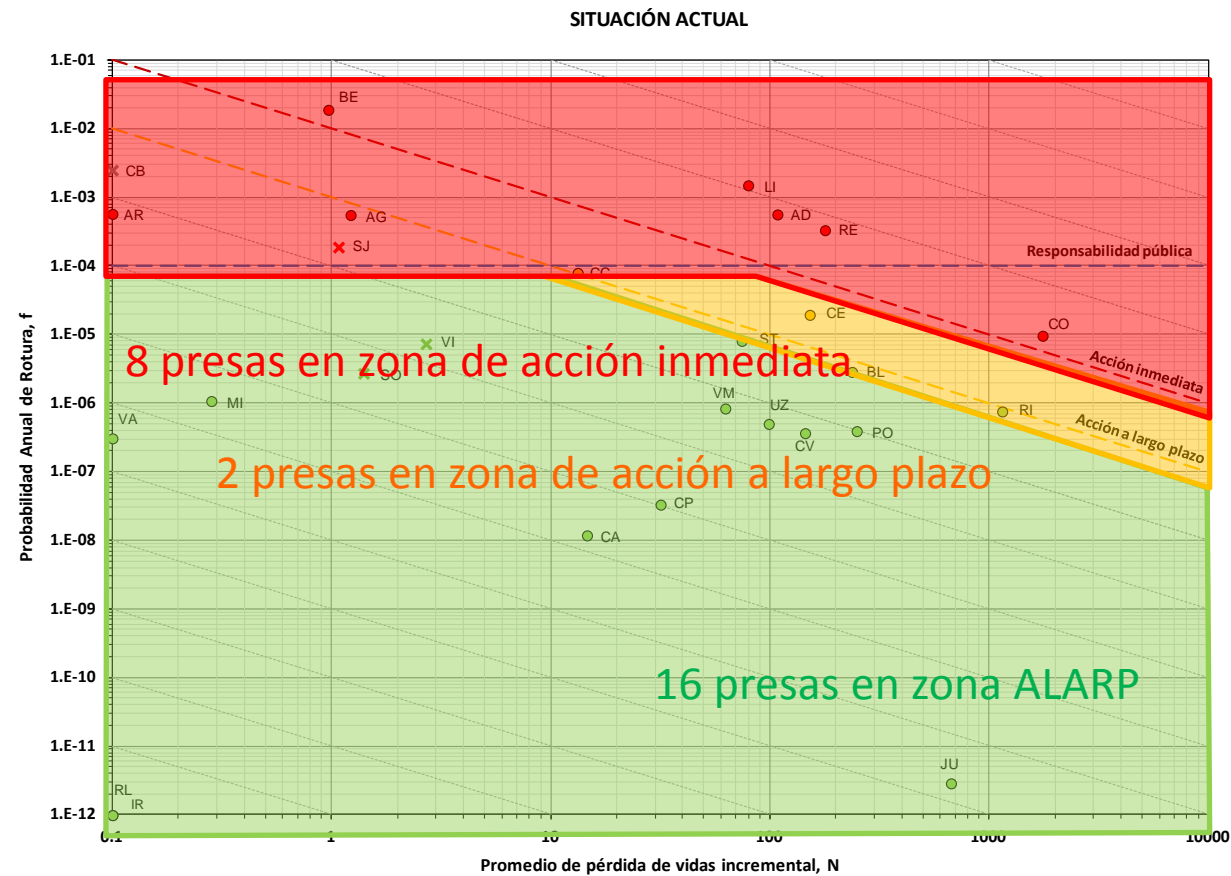
# Modelo dos presas interconectadas



# Auditoría externa del proceso (act. C)

- Auditoría externa de los trabajos por parte de especialistas internacionales
- Revisión, asesoramiento y adecuación a los estándares internacionales de los trabajos realizados

# Riesgo y recomendaciones USBR

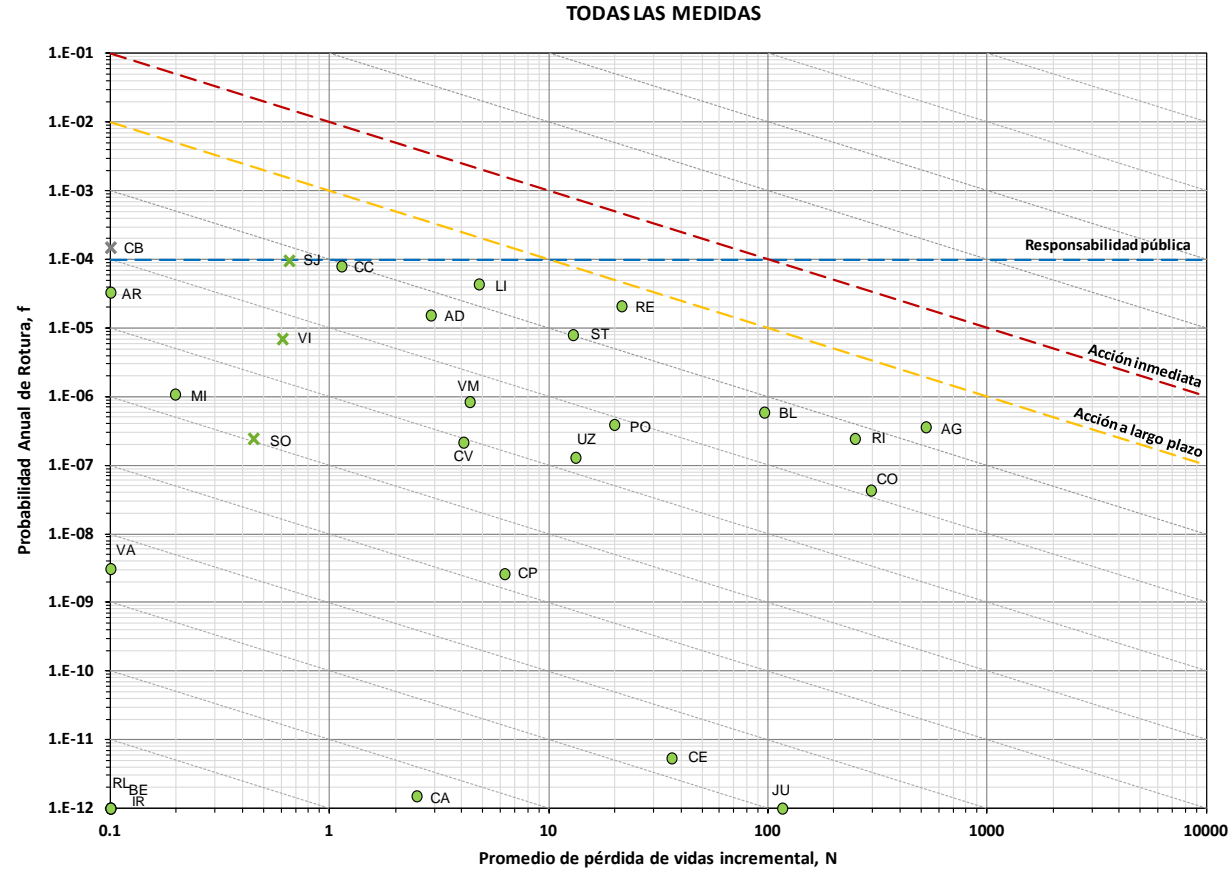


# Medidas estudiadas

Medidas estructurales		Medidas no estructurales	
Mejora de la fiabilidad de los órg. de desagüe	8	Plan de Emergencia	23
Actuaciones de mejora de la cimentación	8	Programa de Formación Continua a la población	21
Actuaciones de mejora del cuerpo de presa	8	Mejora del sistema de auscultación	5
Sustitución/rehabilitación de elem. desagüe	5	Implantación de resguardos	3
Refuerzo del pretil de coronación	3	Mantener el embalse prácticamente vacío	1
Aumento de capacidad de aliviadero	2	Mantener compuertas del aliviadero abiertas	1
Construcción de un nuevo desagüe	2		
Instalación de compuertas en el aliviadero	1		
Rehabilitación del cuenco amortiguador	1		
Dejar fuera de servicio la presa	1		
TOTAL: 39		TOTAL: 56	
TOTAL: 95 medidas			

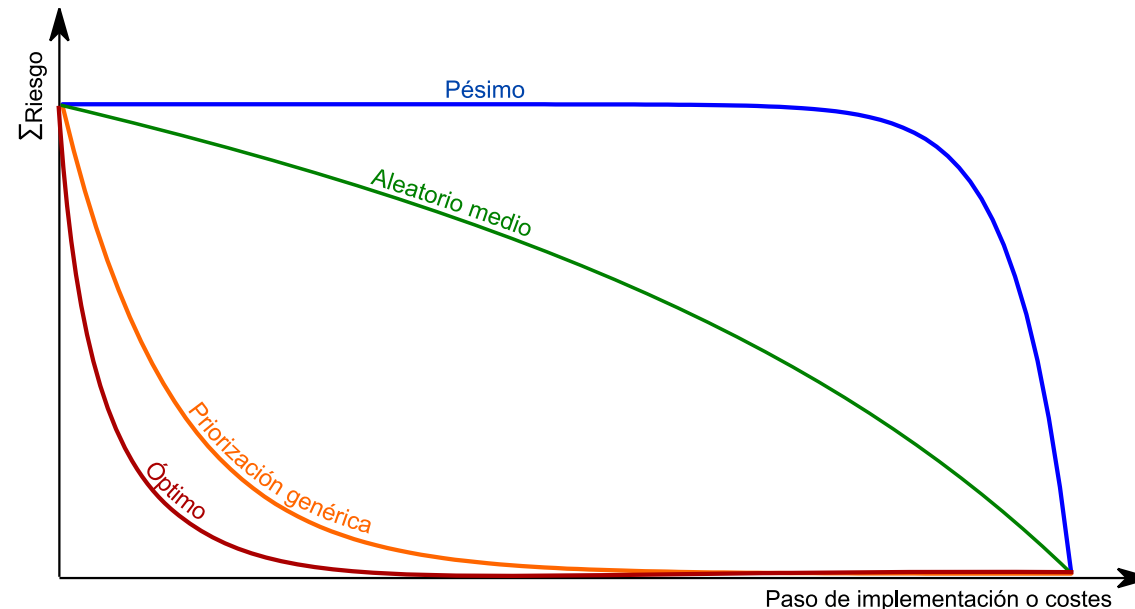


# Situación tras la aplicación de todas las medidas



# Propuesta de priorización

- Distintas secuencias de implantación de las medidas de reducción de riesgo determinan distintas evoluciones, en función del tiempo o coste, del riesgo global



# Principios de priorización: Eficiencia / Equidad

- **Eficiencia:** los recursos son limitados, por lo que se debe reducir el riesgo global con el menor coste posible
  - Eficiencia social: riesgo social
  - Eficiencia económica: riesgo económico. Sólo por debajo de los límites de tolerabilidad
- **Equidad:** se basa en el derecho de todas las personas a cierto nivel de protección
  - Se suele traducir en una limitación del riesgo individual (probabilidad de fallo), por ejemplo  $10^{-4}$

# Indicadores de riesgo empleado

- **EWACSLS(Equity Weighted ACSLS):** Serrano 2011

Eficiencia social

Eficiencia económica

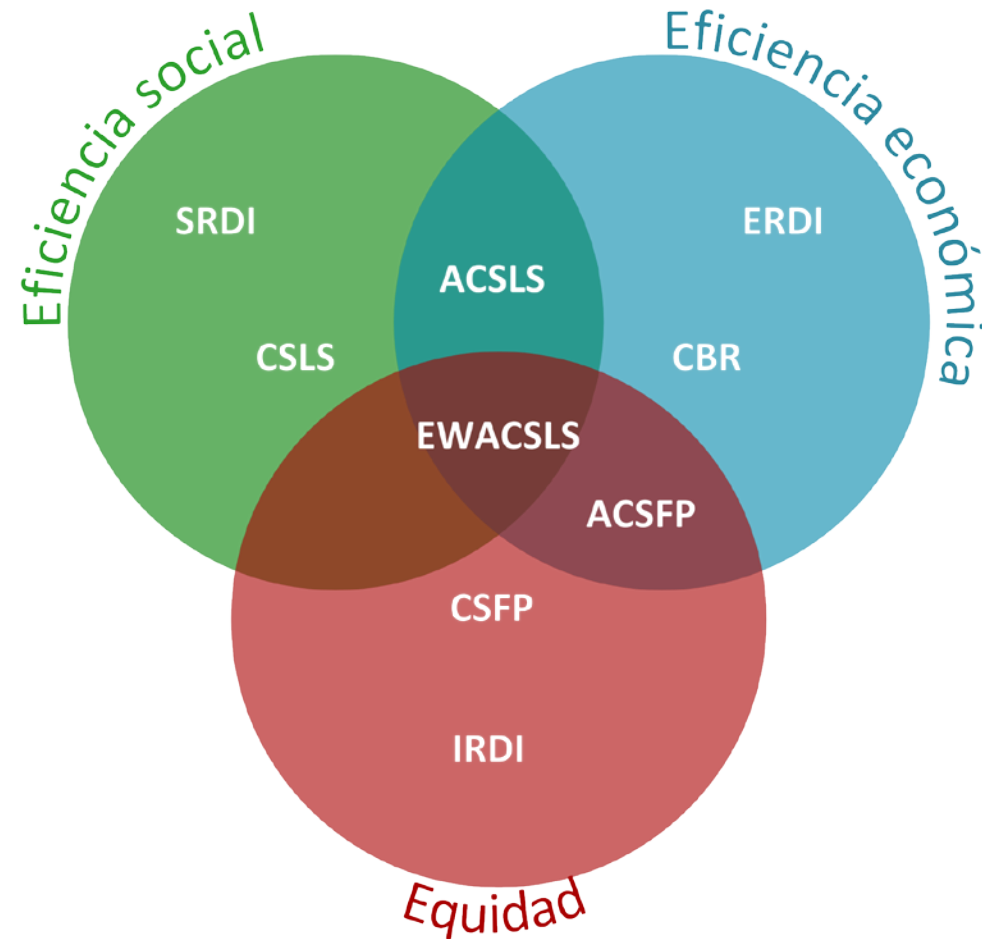
Equidad

$$\text{EWACSLS} = \frac{\text{ACSLS}}{\left( \frac{\max(P_F^{\text{ini}}, 10)}{\max(P_F^{\text{med}}, 10)} \right)^n}$$

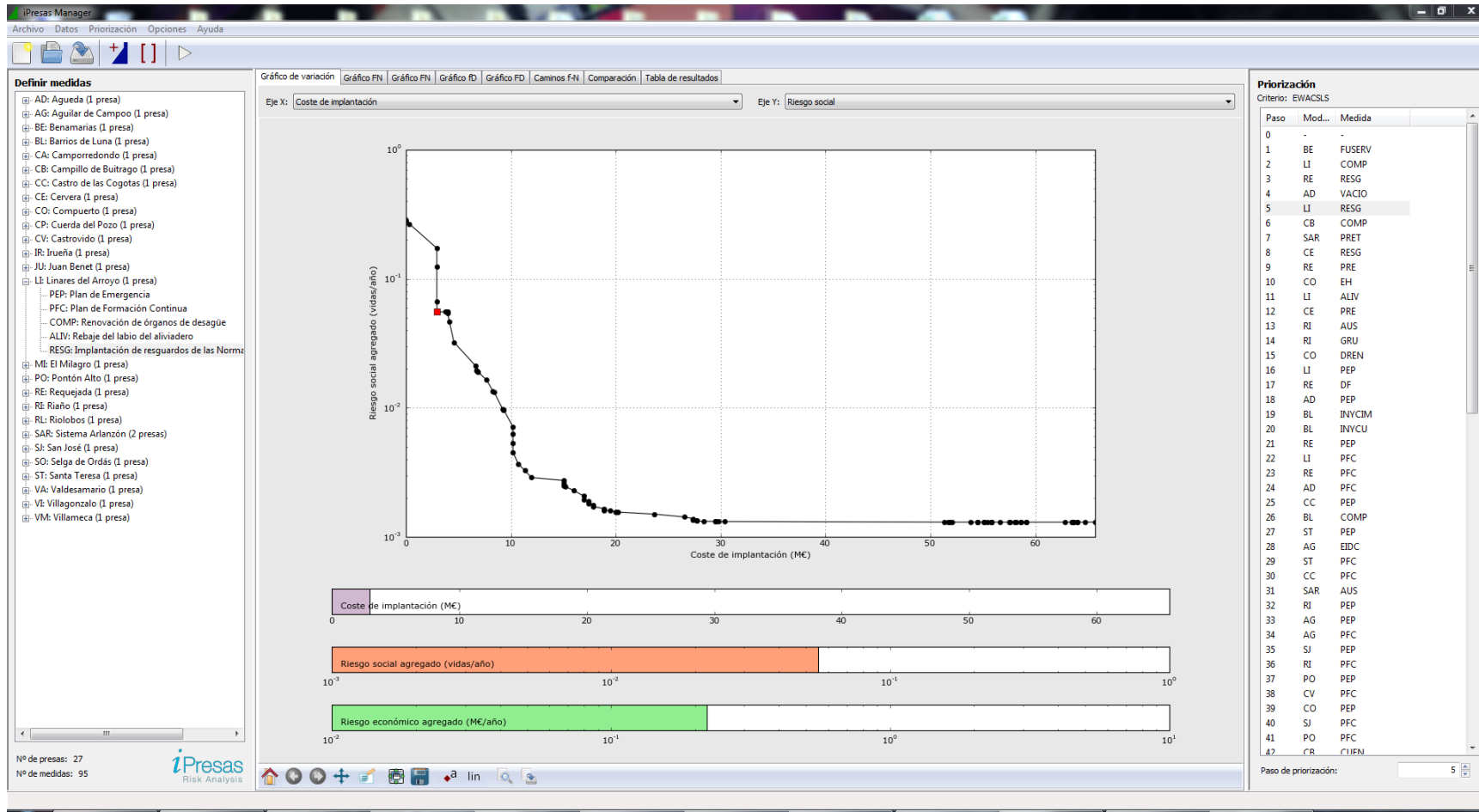
- Desarrollado en el contexto del presente estudio, por indicación de la dirección del contrato
- Representa un término medio entre la priorización de la máxima eficiencia y la priorización de la máxima equidad



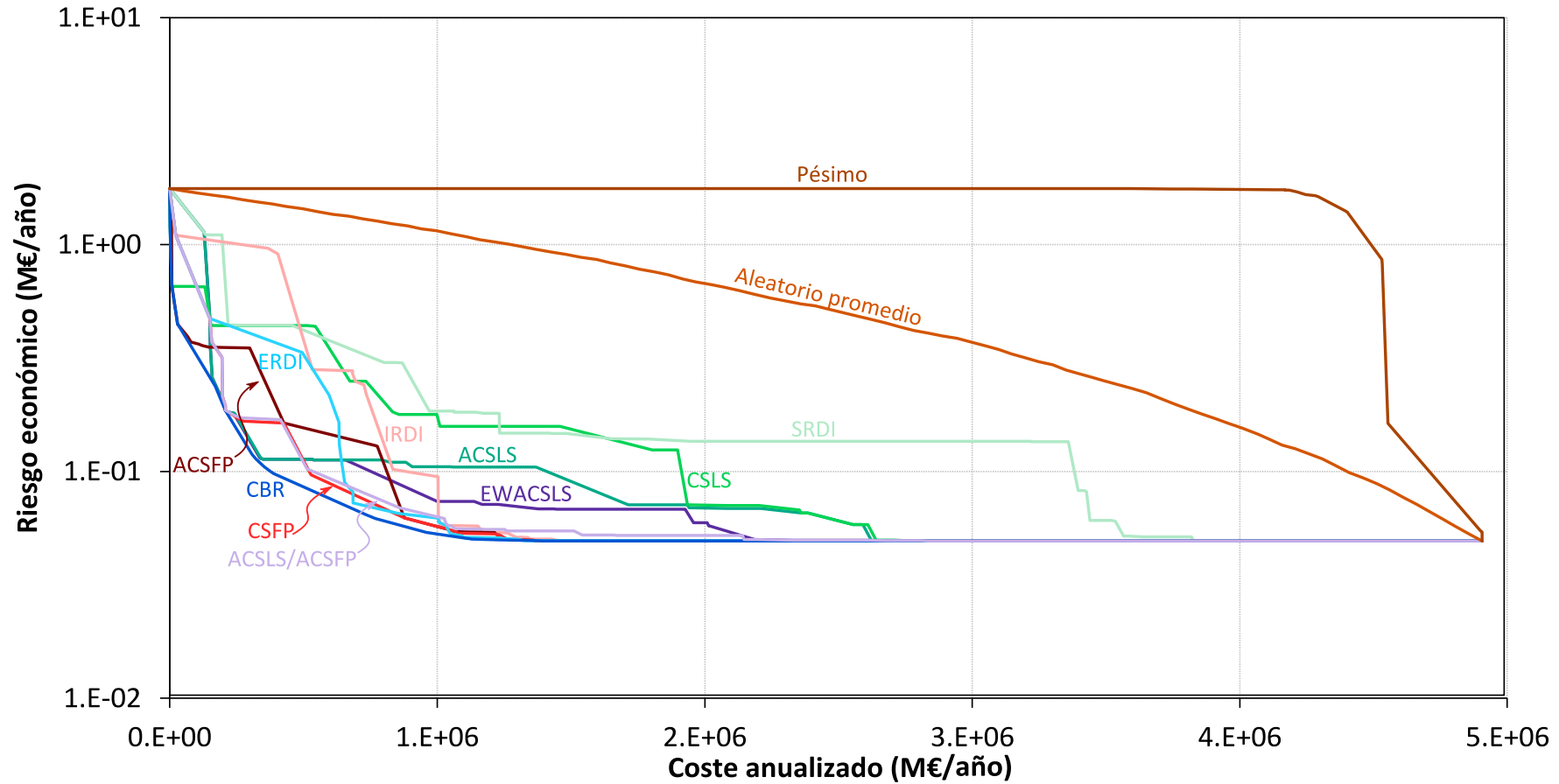
# Resumen de Indicadores



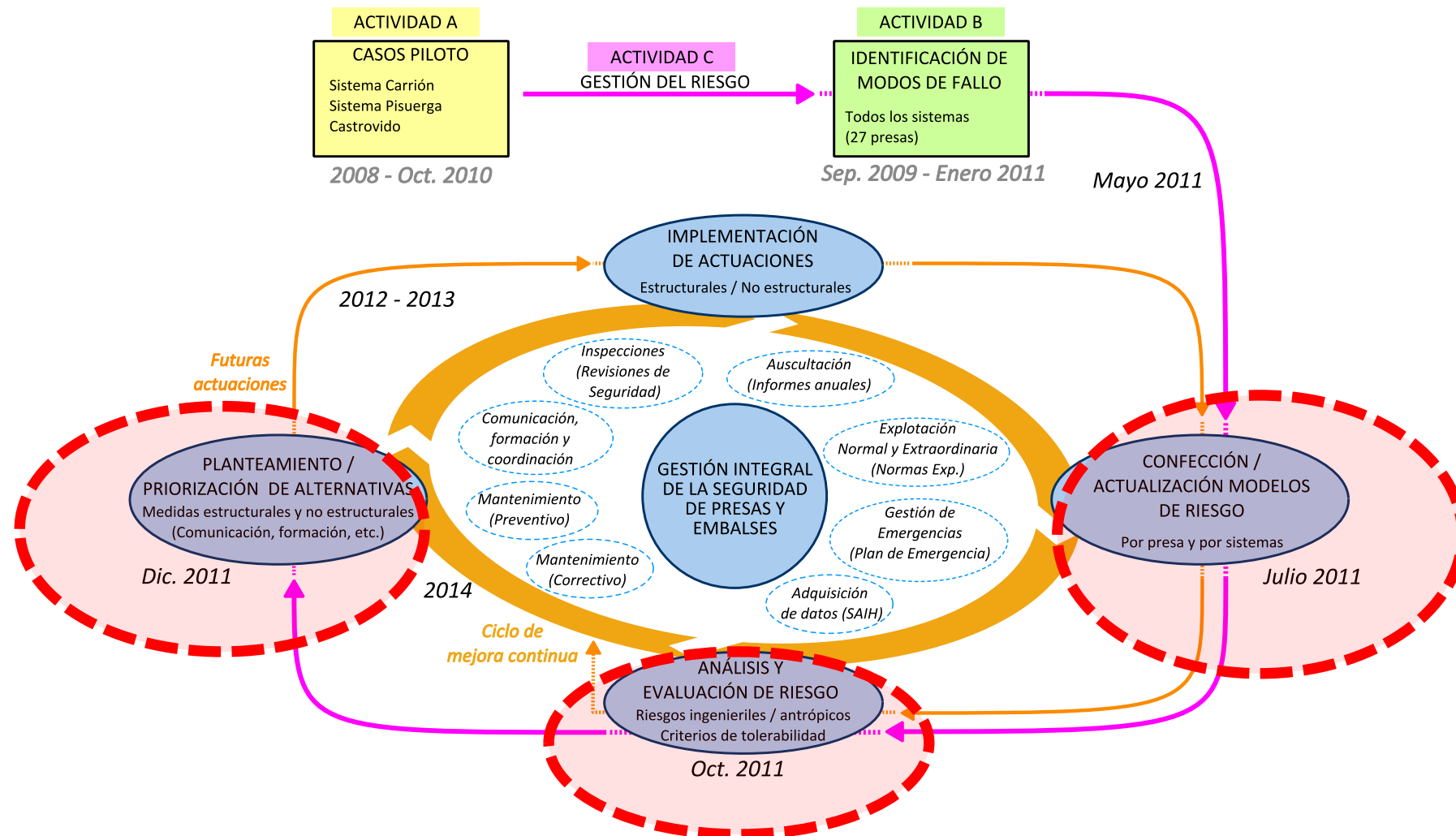
# Priorización óptima según criterio EWACSLs



# Priorización mediante distintos criterios



# Actuaciones futuras



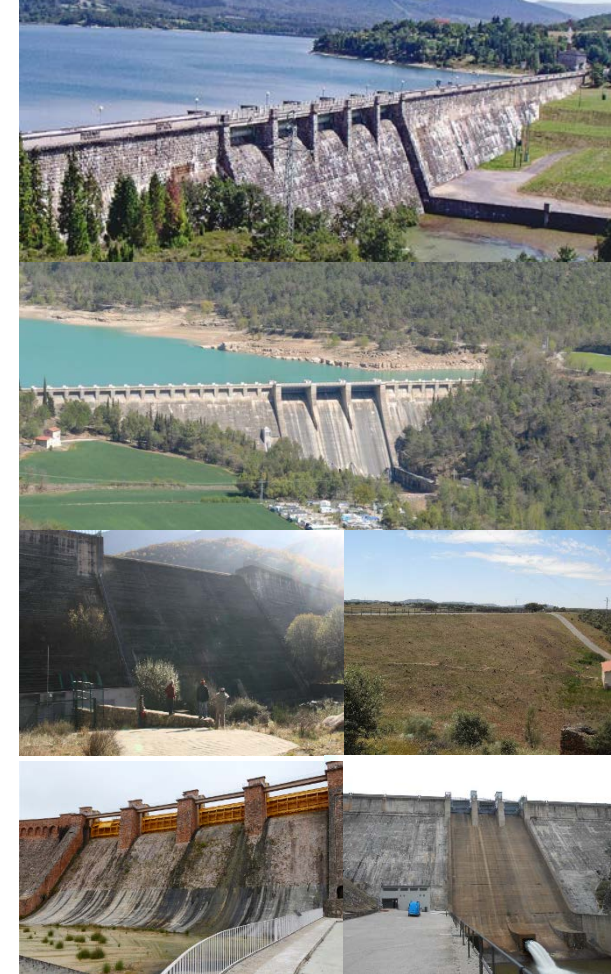


# Otros Ejemplos en España

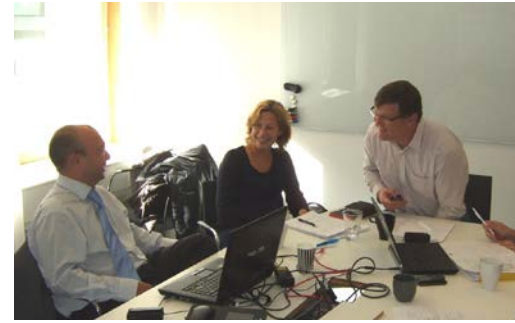
- Urrúnaga - IBERDROLA (2009)
- Sant Ponç – ACA (2009)
- 6 presas – Gobierno de Extremadura (2013)
- Bolarque - Gas Natural (2014)
- El Vado Dam (Canal de Isabel II) (2014)



GOBIERNO DE EXTREMADURA



# En el Mundo





**Banco  
Interamericano de  
Desarrollo**

División de  
Medioambiente,  
Desarrollo Rural y  
Administración de  
Riesgos por Desastres

**NOTA TÉCNICA**

# IDB-TN-805

## **Índice de Gobernabilidad y Políticas Públicas en Gestión de Riesgo de Desastres (iGOPP)**

Marco general de gobernabilidad	Identificación y conocimiento del riesgo	Reducción del riesgo	Preparativos de la respuesta	Planificación de la recuperación post - desastre	Protección financiera		

# Guidelines for Assessing and Managing Risks Associated with Dams

Doc. No. CDSO\_GUD\_DS\_10\_v1.0

**May 2018**



Central Water Commission  
Ministry of Water Resources,  
River Development & Ganga Rejuvenation  
Government of India



# Conclusiones

- Ayuda al desarrollo de formas de **gestión inteligente de seguridad de presas**
- Fomenta la **innovación en sentido amplio**: no solo vía software, rutinas numéricas, soluciones ingenieriles o cualquier tipo de tecnología, sino en forma de políticas y toma de decisiones efectiva y eficiente.
- Canaliza la **fuerza y creatividad de las personas**, potenciada por la **conectividad global**, que permite curvas de aprendizaje de pendientes hace poco impensables y el enriquecimiento mutuo

# MUCHAS GRACIAS



Ignacio Escuder Bueno  
*Presidente de SPANCOLD - CNEGP*

Comité Nacional Español de Grandes Presas  
Commission Internationale des Grands Barrages  
International Commission on Large Dams



iPresas  
Risk Analysis



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



iescuder@hma.upv.es  
www.ipresas.com



Ignacio Escuder Bueno

Buenos Aires, 7 de junio de 2018