

EL ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA
GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS
PRESAS.

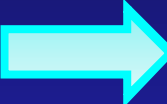
UNA VISIÓN CRÍTICA

MARIANO DE ANDRÉS

RICARDO FERNÁNDEZ CUEVAS

¿DE QUÉ HABLAMOS?

Del Análisis de Riesgos (AR) en la gestión seguridad de las presas en España

- *Técnica (no ciencia)*
- *Que actúa sobre el conocimiento*
- *Para ayuda en la decisión*
- *Basada en la evaluación de la probabilidad de rotura y de los daños asociados* 
- *Intenta establecer si la seguridad es suficiente y priorizar posibles actuaciones*
- *NO intenta reducir la seguridad*

LAS PREGUNTAS

- *¿Es aplicable en proyecto?*

¿ES APLICABLE EN PROYECTO?

PREMISA:

*Sabemos proyectar, construir y
explotar presas con suficiente
seguridad*

¿ES APLICABLE EN PROYECTO?

- *La sociedad nos reconoce la competencia para proyectar*
- *La estadística de fallos es suficientemente reducida*
- *Hemos estudiado los fallos*
- *Conocemos la causa de todos los fallos estudiados*
- *La forma de proyectar, construir y explotar incorpora el conocimiento anterior*

¡Si no supiésemos, el AR no nos enseñaría!

¿ES APLICABLE EN PROYECTO?

- *No lo sabemos todo.*
- *Sí sabemos lo necesario para llegar a un riesgo suficientemente pequeño*
- *Este "saber hacer" está contrastado con la realidad y es este contraste lo que nos habilita, no el conocimiento "científico?"*
- *Ejemplo, no sabemos qué sobrevertido soporta una presa de tierras. Sí sabemos (Perogrullo) que si no hay sobrevertido la presa aguanta*

¿ES APLICABLE EN PROYECTO?

- *Diseñaremos sin sobrevertido y la seguridad será suficiente*
- *¿Podemos plantear un diseño inferior al que nuestro saber técnico nos permite?*
 - ◆ *¿Experimentos para reducir costes a costa de la seguridad de terceros?*
 - ◆ *¿Uso del AR para reducir seguridad?*

 - ◆ *Antes (o en otro ámbito) pudo ser distinto: prioridad al crecimiento frente a la seguridad*

¿ES APLICABLE EN PROYECTO?

- *Desde la práctica: Con/sin el proyectista?*
- *Con el proyectista:*
 - ◆ *Probabilidad de rotura mínima (el proyectista hubiese proyectado distinto)*
- *Sin el proyectista*
 - ◆ *Mera revisión/comprobación del diseño*
- *Aviso: la probabilística de los métodos clásicos (hidrología) NO son AR*

LAS PREGUNTAS

- *En proyecto*
- *En explotación*
 - ◆ *¿Frente a una emergencia?*

¿PUEDE USARSE FRENTE A UNA "EMERGENCIA" EN EXPLOTACIÓN?

- *Emergencia versus explotación ordinaria*
- *En emergencia no sirve saber la probabilidad de rotura. Es necesario actuar*
- *Y ¿tener los deberes hechos?*
 - ◆ *Los síntomas condicionan el riesgo y las medidas a adoptar*
 - ◆ *La función de estar preparados (qué hacer si pasa algo?) corresponde al PE, sin necesidad de probabilidades*
 - ◆ *El conocimiento de la presa es un deber hecho*

LAS PREGUNTAS

- ~~En proyecto~~
- ~~En explotación~~
 - ◆ ~~En emergencias~~
 - ◆ ~~En explotación ordinaria~~
 - ❖ ~~¿En presas correctas?~~

*Presas
correcta:*

*Proyectada y explotada
acorde con el "saber hacer"*

*"Saber hacer": lo que viene
haciéndose y se ha mostrado
válido. No el último grito*

*Observada y sin síntomas de
anomalías en comportamiento*

¿EN EXPLOTACIÓN ORDINARIA Y PRESAS CORRECTAS?

¿EN EXPLOTACIÓN ORDINARIA Y PRESAS CORRECTAS?

Una presa correcta, ¿puede fallar?



Si falla debe ser por algo fuera del "saber hacer" actual. Por algo que ignoramos



¿Puede asignarse una probabilidad a algo que ignoramos?



Puede decirse que es "muy, muy baja", pero no asignar un número

LAS PREGUNTAS

- ~~En proyecto~~
- ~~En explotación~~
 - ◆ ~~En emergencias~~
 - ◆ ~~En explotación ordinaria~~
 - ❖ ~~En presas correctas~~
 - ❖ ~~¿En presas deficientes?~~

¿EN PRESAS "DEFICIENTES" Y EN EXPLOTACIÓN "ORDINARIA"?

- *Es la única posibilidad que queda*
- *¿Si en proyecto no, por qué ahora dudamos?*
- *¿Por qué ahora "defendemos" el AR?*
- *Planteamos dos preguntas intermedias, ambas con respuesta positiva:*
 - ◆ *¿Pueden graduarse las exigencias de seguridad en función de los daños?*
 - ◆ *¿Pueden relajarse las exigencias en explotación?*

¿PUEDE GRADUARSE EL RIESGO?

- *Una persona tiene derecho a determinada seguridad determinado (probabilidad de rotura inferior a...). Establece el límite superior de la probabilidad de rotura*
- *Dos personas tienen el mismo derecho, no el doble*
- *Es la sociedad la que decide establecer mayores exigencias*
- *No necesariamente aplica el concepto "estadístico" de riesgo*

¿PUEDE GRADUARSE EL RIESGO?

- *Si el riesgo individual máximo se cumple*
- *Es la sociedad la que debe responder cuándo y en qué medida impone seguridades superiores. Es el riesgo aceptable por la sociedad en su conjunto?*
 - ◆ *Acepta convivir con una probabilidad "P" de que se produzca un daño de "D"?*
- *Sin prioridad para los afectados. Es un pacto global. Es el pacto sobre dónde invertir los recursos*
 - ◆ *En seguridad de presas o viaria? En seguridad o en educación?*

¿PUEDEN RELAJARSE LAS EXIGENCIAS EN EXPLOTACIÓN?

- *Relajación respecto a proyecto*
- *Por el mayor coste*
- *Por la menor incertidumbre que hay en explotación*
 - ◆ *En función del análisis del comportamiento*
 - ◆ *Difícilmente en hidrología y similares*
- *Porque implica renunciar a algo positivo que se tiene*
 - ◆ *Nadie acepta el riesgo de una presa sin beneficios*
- *Por la necesidad de entender la gestión de la seguridad como proceso*

¿PUEDEN RELAJARSE LAS EXIGENCIAS EN EXPLOTACIÓN?

- *Volvemos al caso de sobrevertido*
- *Si el riesgo de la presa se asocia a un rebosamiento de dos palmos, la presa es suficientemente segura? habría que actuar?*
 - ◆ *En recursos ilimitados, habría que actuar siempre*
 - ◆ *En un parque con renovación frecuente, se habrían ido adaptando gradualmente las presas existentes al saber hacer*
- *En presas existentes debemos decidir qué hacer*

¿PUEDEN RELAJARSE LAS EXIGENCIAS EN EXPLOTACIÓN?

- *Análisis presa potencialmente deficiente*
 - ◆ *Si se puede considerar suficientemente seguro el comportamiento*
 - ◆ *O si la presa avisará con suficiente antelación*
 - ◆ *Aunque no conforme al "saber hacer"*
 - ◆ *La presa es segura*
 - ◆ *Debe cambiarse el "saber hacer"*
 - ◆ *Lo dicho debe valer para la normativa*
- *Parece que relaja, pero añade un dinamismo a la seguridad que compensa*

LAS PREGUNTAS

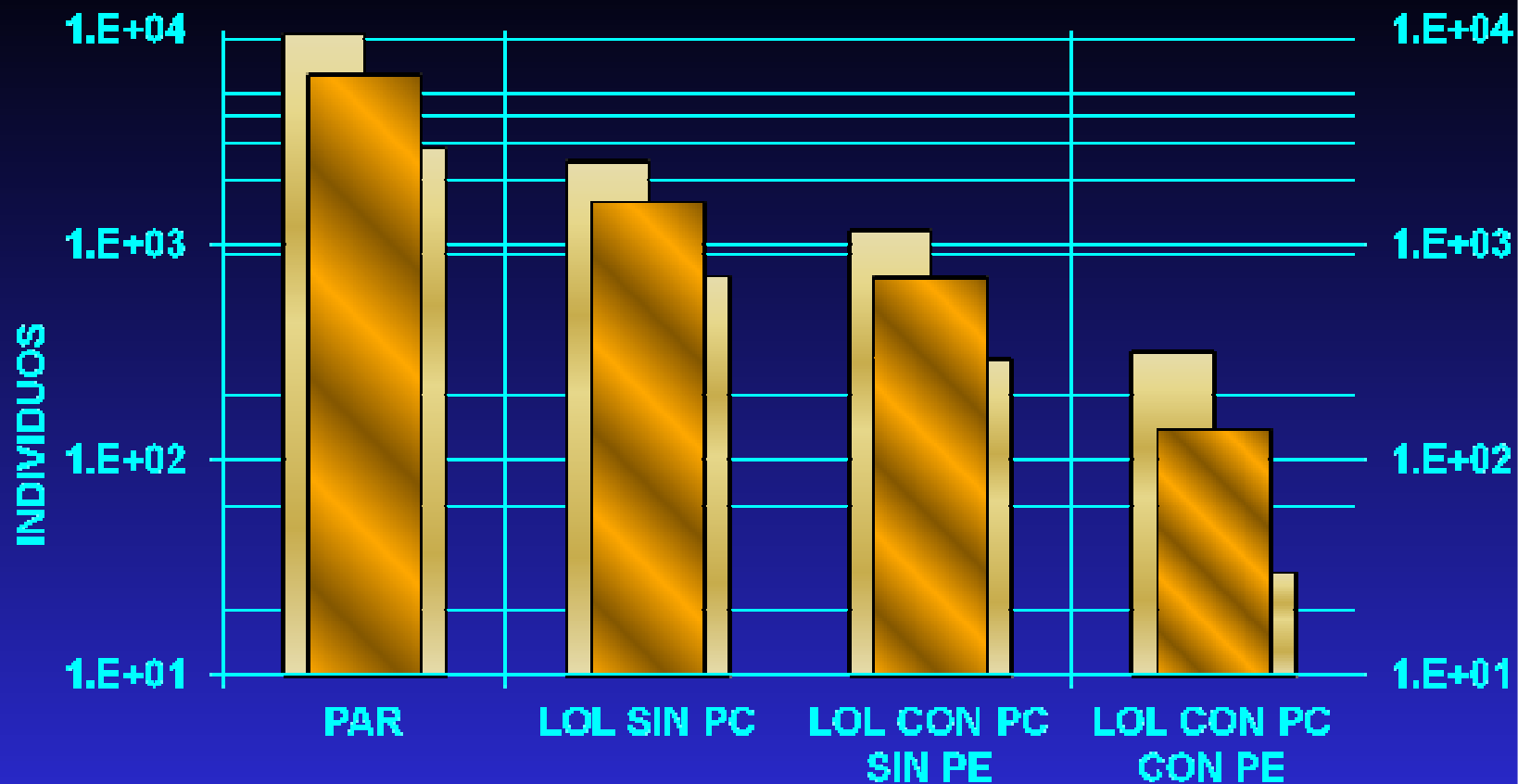
- ~~En proyecto~~
- ~~En explotación~~
 - ◆ ~~En emergencias~~
 - ◆ ~~En explotación ordinaria~~
 - ❖ ~~En presas correctas~~
 - ❖ ~~En presas deficientes~~
 - *¿Puede evaluarse el daño esperado?*

EL DAÑO ESPERADO

- *Viabile con incertidumbre y condicionado al desarrollo completo, que no acabe en PAR (PE)*
- *La PAR ignora información trascendente (tiempo de preaviso, la distancia a la presa)*
- *No sintetiza información sino que la oculta*
- *No permite la comparación entre presas*
- *No permite la valoración (es sólo un índice)*
- *La LOL añade incertidumbre*

EL DAÑO ESPERADO

VALORACIÓN DE LOS DAÑOS PERSONALES EN DITINTAS HIPÓTESIS



HIPÓTESIS (PC=PROTECCIÓN CIVIL; PE= PLAN DE EMERGENCIA COMPLETAMENTE OPERATIVO)

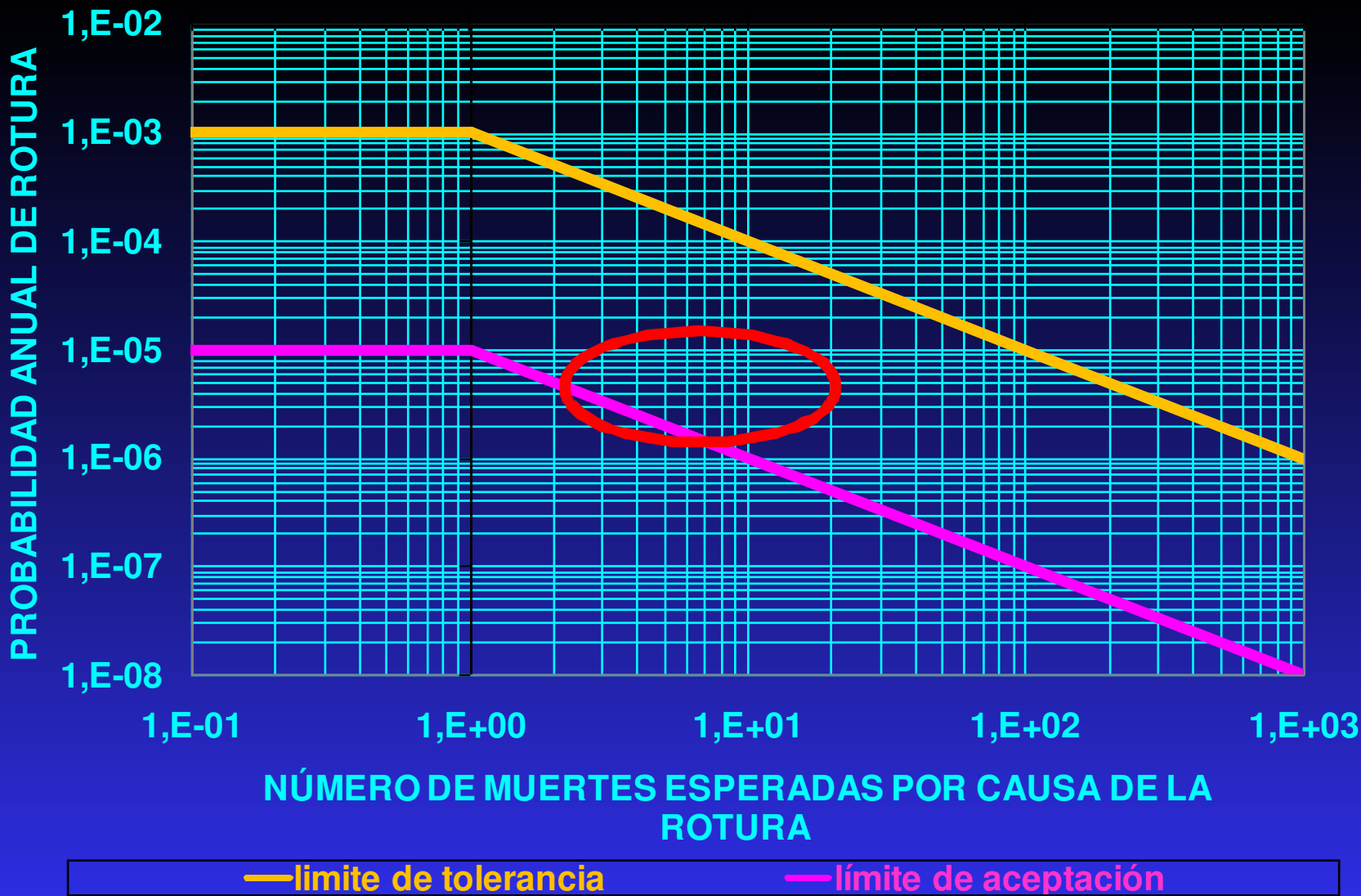
LAS PREGUNTAS

- ~~En proyecto~~
- ~~En explotación~~
 - ◆ ~~En emergencias~~
 - ◆ ~~En explotación ordinaria~~
 - ❖ ~~En presas correctas~~
 - ❖ ~~En presas deficientes~~
 - Daño esperado ¿?
 - *¿Es posible un criterio de valoración?*

EL CRITERIO DE VALORACIÓN

- *Aparentemente bastante acuerdo "mundial"*
 - ◆ *Referencias generalmente circulares*
- *Con uso de valores, no de "índices"*
- *No existe un riesgo aceptado: se aceptan opciones, no riesgos*
- *El riesgo se acepta a cambio de algo*
- *El criterio debe ser consecuencia de un pacto social, no es una decisión técnica*
- *El pacto debe ser el criterio, no su aplicación concreta a cada caso*
- *"Riesgo" no implica "Probabilidad por daño"*

EL CRITERIO DE VALORACIÓN



EL CRITERIO DE VALORACIÓN

- *Conceptos esquivos, llenos de controversias y necesitados de acuerdo previo*
 - ◆ *Utilidad, equidad (ética) y tecnología (mejoras)*
 - ◆ *ALARA, GAMAB, MEM, Principio precaución...*
 - ◆ *Lo importante no es el criterio, sino proceso*
- *Riesgo calculado inseguro, criterio a pensar -> el "riesgo aceptable como ayuda a la decisión" se tambalea*
- *¿Quién establece el criterio? ¿y los afectados?*

LAS PREGUNTAS

- ~~En proyecto~~
- ~~En explotación~~
 - ◆ ~~En emergencias~~
 - ◆ ~~En explotación ordinaria~~
 - ❖ ~~En presas correctas~~
 - ❖ ~~En presas deficientes~~
 - Daño esperado ¿?
 - Criterio de valoración ¿?
 - **¿Puede estimarse la probabilidad de rotura?**

¿PROBABILIDAD DE ROTURA?

- *Ni el técnico más experto (ni el científico) puede intuir una probabilidad de rotura que debe moverse por debajo de 10^{-4}*
- *Dejamos al margen la opción "opinión de experto". Un técnico puede asignar una probabilidad técnicamente?*
- *Debe ser función del aspecto del que se trate*
- *Tratamos tres casos : deslizamiento, erosión interna y rebosamiento*

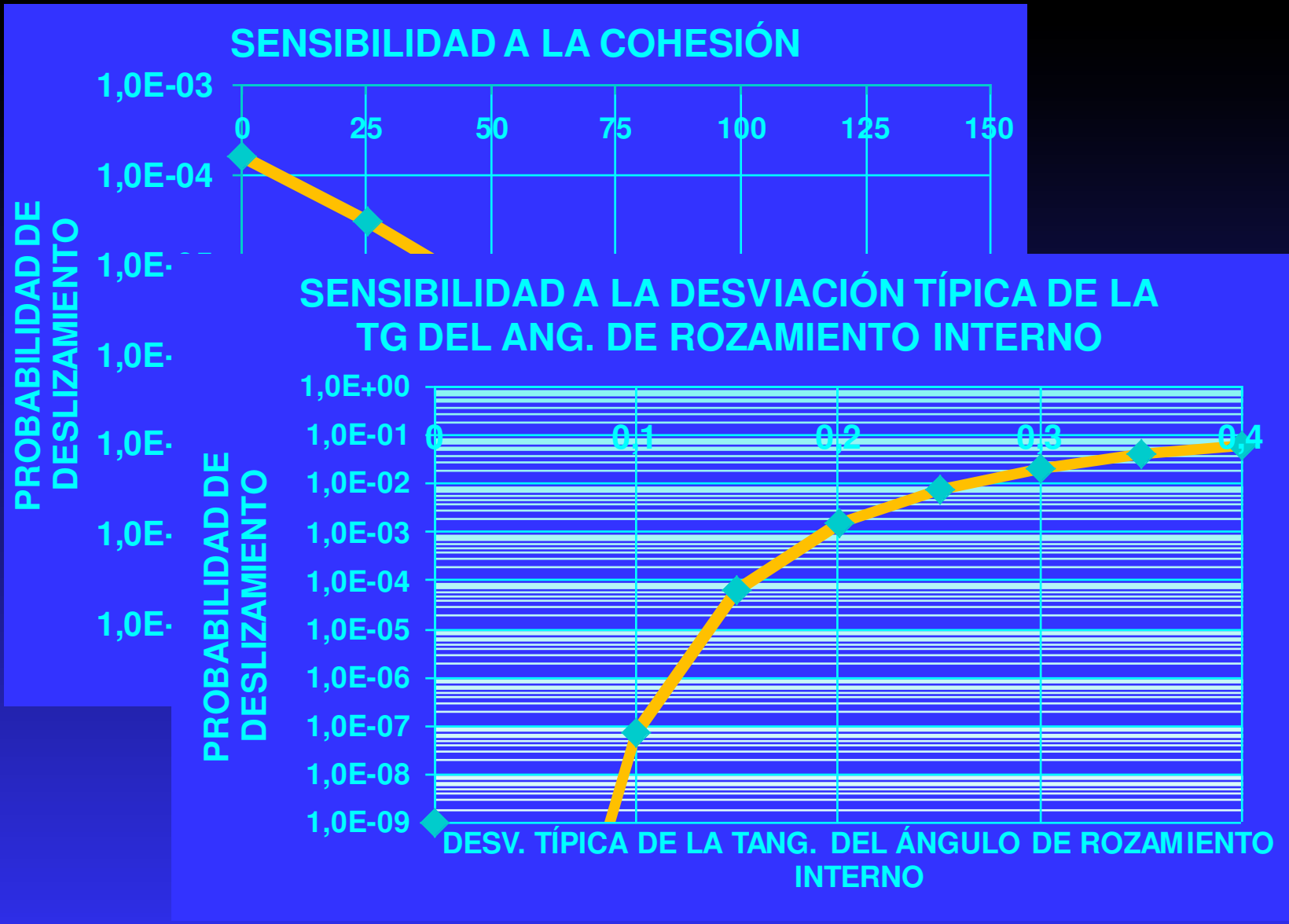
¿PROBABILIDAD DE ROTURA?

■ *En términos generales, la posibilidad técnica de estimar la probabilidad obliga a:*

- 1) *Conocer el mecanismo que conduce a la rotura y de sus fases*
- 2) *Conocer los síntomas que se asocian al mecanismo*
- 3) *Estimar la probabilidad real de cada una de las fases*
- 4) *Componer las fases*
- 5) *Contrastar el resultado con datos reales*
- 6) *Contrastar el resultado con el sentido común*



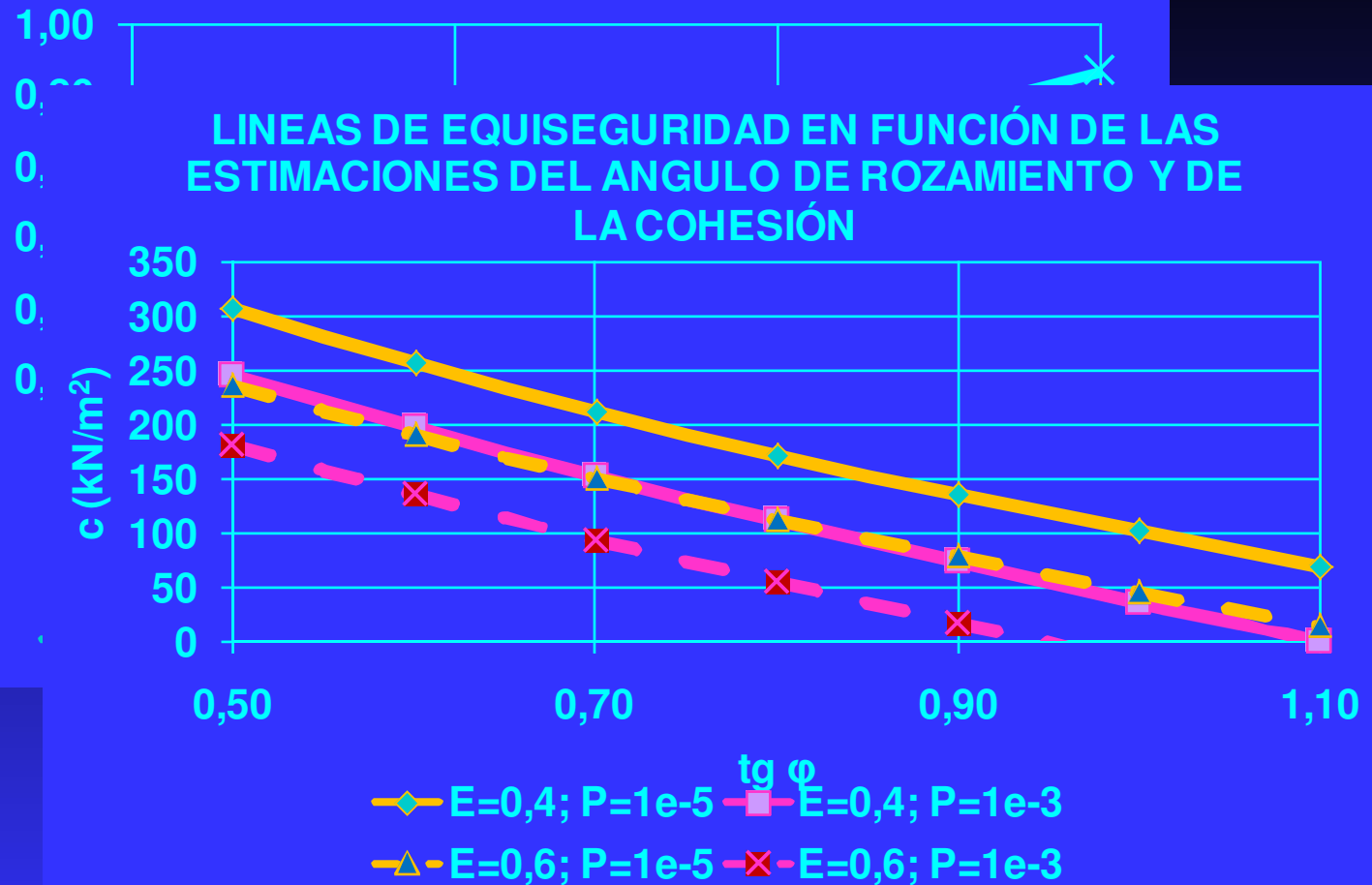
DESLIZAMIENTO EN PRESA DE GRAVEDAD



DESLIZAMIENTO EN PRESA DE GRAVEDAD

ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA
 DE LOS DRENES EN TANTO POR
 UNO

LINEAS DE EQUIPROBABILIDAD DE INESTABILIDAD
 MECÁNICA EN FUNCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE
 LA EFICIENCIA DE LOS DRENES



EROSIÓN INTERNA

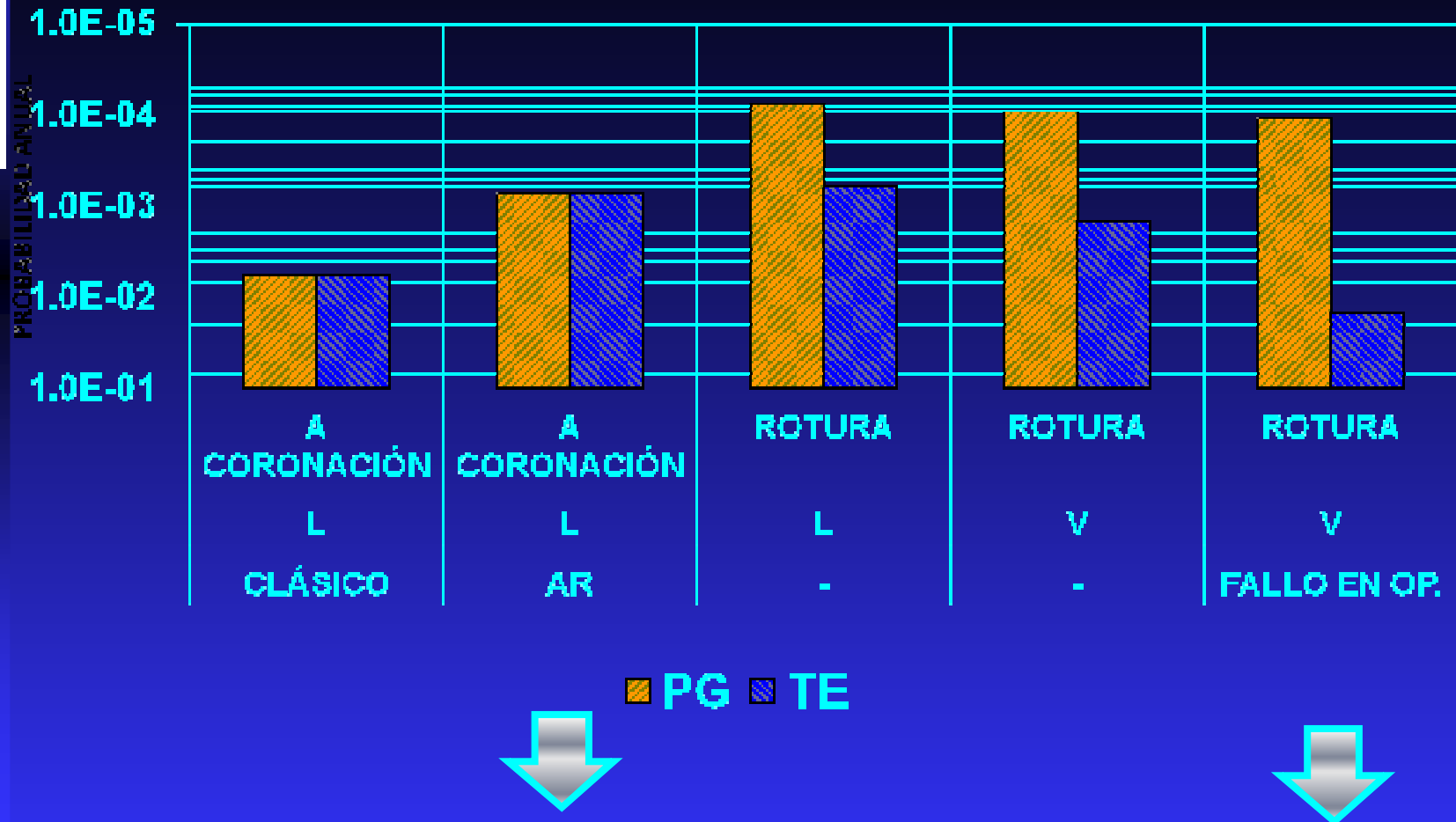
Existen métodos objetivos: estadística de fallos interpretada (COE; BOR; AUS)

FASE	
INICIO DE LA EROSIÓN	30-40%
CONTINUACIÓN	≈ 1
PROGRESIÓN	0-100%
DETECCIÓN	40-60%
BRECHA Y ROTURA (NO EXCLUYENTES)	10-40%



SEGURIDAD HIDROLÓGICA Y FALLO HUMANO

VALORACIÓN DE LA SEGURIDAD HIDROLÓGICA



LAS PREGUNTAS

- ~~En proyecto~~
- ~~En explotación~~
 - ◆ ~~En emergencias~~
 - ◆ ~~En explotación ordinaria~~
 - ❖ ~~En presas correctas~~
 - ❖ ~~En presas deficientes~~
 - ~~Daño esperado ¿?~~
 - ~~Criterio de valoración ¿?~~
 - ~~Probabilidad de rotura~~
 - ~~Deslizamiento~~
 - ~~Erosión interna ¿?~~
 - ~~Hidrología~~
- ~~¿Es una alternativa el "Juicio de Expertos"?~~

¿ES EL JUICIO DE EXPERTO UNA ALTERNATIVA?

- *Cuando faltan datos puede ser aplicable lo probabilístico*
- *Pero y las cantidades observables (datos reales)?*
- *La magia del "panel de expertos"*
 - ◆ *No trabaja con cantidades observables*
 - ◆ *Simplifica el problema (modo de fallo) al máximo*
- *Cómo funciona el panel?*

El panel visto desde dentro del AR...

ES EL JUICIO DE EXPERTO UNA ALTERNATIVA?

¿Qué dicen los especialistas en AR sobre el panel de expertos?

- *Muchos análisis en muchas presas, con N incidentes, para saber si el AR es bueno*
- *Hay que calificar el análisis por lo certero de sus previsiones*
- *Se puede adiestrar al experto?*
- *La probabilidad de rotura por deslizamiento y la de no rotura deben sumar ~ 1*

¿ES EL JUICIO DE EXPERTO UNA ALTERNATIVA?

¿Qué recomiendan los especialistas en AR en el trato con los expertos? (1)

- *Dividir el problema para evitar matices*
- *Cuanto más tarde se les pregunte, más datos y resulta más difícil que se pronuncien*
- *¡Cuidado! Los expertos son caros*
- *Se debiera conseguir un control empírico sobre sus resultados, pero es difícil*
- *Si se puede cuantificar su opinión aparte, mejor; también se les puede entrenar*

¿ES EL JUICIO DE EXPERTO UNA ALTERNATIVA?

Trato con expertos, paso de información coloquial a numérica

Descrip. Coloquial	Probabilidad equiv.
Virtualmente imposible	0 a 0,05
Muy improbable	0,02 a 0,15
Probable	0,45 a 0,53
Muy probable	0,75 a 0,90
Prácticamente seguro	0,90 a 0,995

¿0,16-0,44?

¿0,54-0,74?

¿ES EL JUICIO DE EXPERTO UNA ALTERNATIVA?

¿Qué recomiendan los especialistas en AR en el trato con los expertos? (y 2)

- *Conviene tener habilidad en el trato con ellos (líder del AR)*
- *Se les debe tratar como iguales (líder AR)*
- *Los pesos dados a sus opiniones no deben enturbiar el trabajo (líder-equipo del AR)*
- *Hay que conseguir que unos expertos no influyan en otros. Cuidar el orden de exposición (líder AR)*

¿ES EL JUICIO DE EXPERTO UNA ALTERNATIVA?

- *Opinión de experto" versus "dictamen técnico" firmado*
 - ◆ *El caso del terremoto de L´Aquila"*
- *Trabajo de equipo, no de individuo*
 - ◆ *La sentencia de S. Francis*
- *Votación versus puesta en común y dictamen*
 - ◆ *(política versus técnica)*

- *En España se está convirtiendo un recurso puntual en norma general*

LAS PREGUNTAS

- ~~En proyecto~~
- ~~En explotación~~
 - ◆ ~~En emergencias~~
 - ◆ ~~En explotación ordinaria~~
 - ❖ ~~En presas correctas~~
 - ❖ ~~En presas deficientes~~
 - Daño esperado ¿?
 - Criterio de valoración ¿?
 - Probabilidad de rotura
 - Destizamiento
 - Erosión interna ¿?
 - Hidrología
- ~~Mediante "Juicio de Expertos"~~
- *¿En qué complementa al análisis del comportamiento?*

¿EN QUÉ COMPLEMENTA EL AR AL ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO?

Supongamos válido el AR...

- *El AR se apoya en el comportamiento (AC) o ataja por la vía de las probabilidades*
- *Caminos separados frente al deslizamiento de un bloque*
 - ◆ *El AR propone una mejor distribución de los valores C y ϕ , incluso ensayos in situ, y consultas a expertos (no los del panel)*
 - ◆ *El AC duda del modelo con C y ϕ , considera los bloques adyacentes, la idea de forzar el deslizamiento y mide..., para estar tranquilos y para saber más*

¿EN QUÉ COMPLEMENTA EL AR AL ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO?

- *Parece evidente que el AC llevará más lejos el conocimiento y nos acercará a la seguridad*
- *Resumiendo el análisis del comportamiento:*
 - ◆ *La presa segura es conforme al estado del arte y a la normativa y no presenta anomalías*
 - ◆ *Y ello porque tanto el estado del arte como la normativa garantizan una presa segura*
- *Queda al menos un problema:*
 - ◆ *El estado del arte no es un edificio acabado*
 - ◆ *Y la normativa tampoco*

¿EN QUÉ COMPLEMENTA EL AR AL ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO?

- *El intencionado callejón sin salida tiene escape (díptico):*
 - ◆ *Modelos, análisis, cálculos, auscultación incluso, pueden estar mal, luego no vale la confianza ciega*
 - ◆ *Son esperables avances en el estado del arte y en la seguridad de presas*
 - ◆ *Mientras, conviene cierta dosis de escepticismo frente a lo que no se toca con las manos y frente a las cajas negras, y el AR lo es*
 - ◆ *Antes de considerar el fallo, se ha puesto encima de la mesa el 99% del trabajo*

¿EN QUÉ COMPLEMENTA EL AR AL ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO?

- *Y el AR ¿qué añade?*
 - ◆ *Sus defensores dicen que ayuda a tomar decisiones*
 - ◆ *Se puede entrar en un análisis coste/beneficio*
 - ◆ *Reúne técnicos en torno a una presa*
 - ◆ *¿Estimula el avance en el conocimiento de la presa?*

- *¿Vale un AR hecho encima de un buen AC?*
 - ◆ *Como ayuda para conseguir medios, es discutible, parece no deseable, pero puede ser*

¿EN QUÉ COMPLEMENTA EL AR AL ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO?

Un inciso final sobre modas

■ *Parelelismo entre los sistemas expertos y el análisis de riesgo*

- ◆ *Si nadie conduce el autobús mejor que lo haga el Sistema Experto*

■ *¿Mañana usaremos BigData?*

- ◆ *¡Olvida tus fantásticos datos científicos y vete al análisis lógico [sobre BigData]!*
- ◆ *Puedes crear una caja negra y recorrer todas las posibles combinaciones de los datos, hasta encontrar la mejor respuesta*

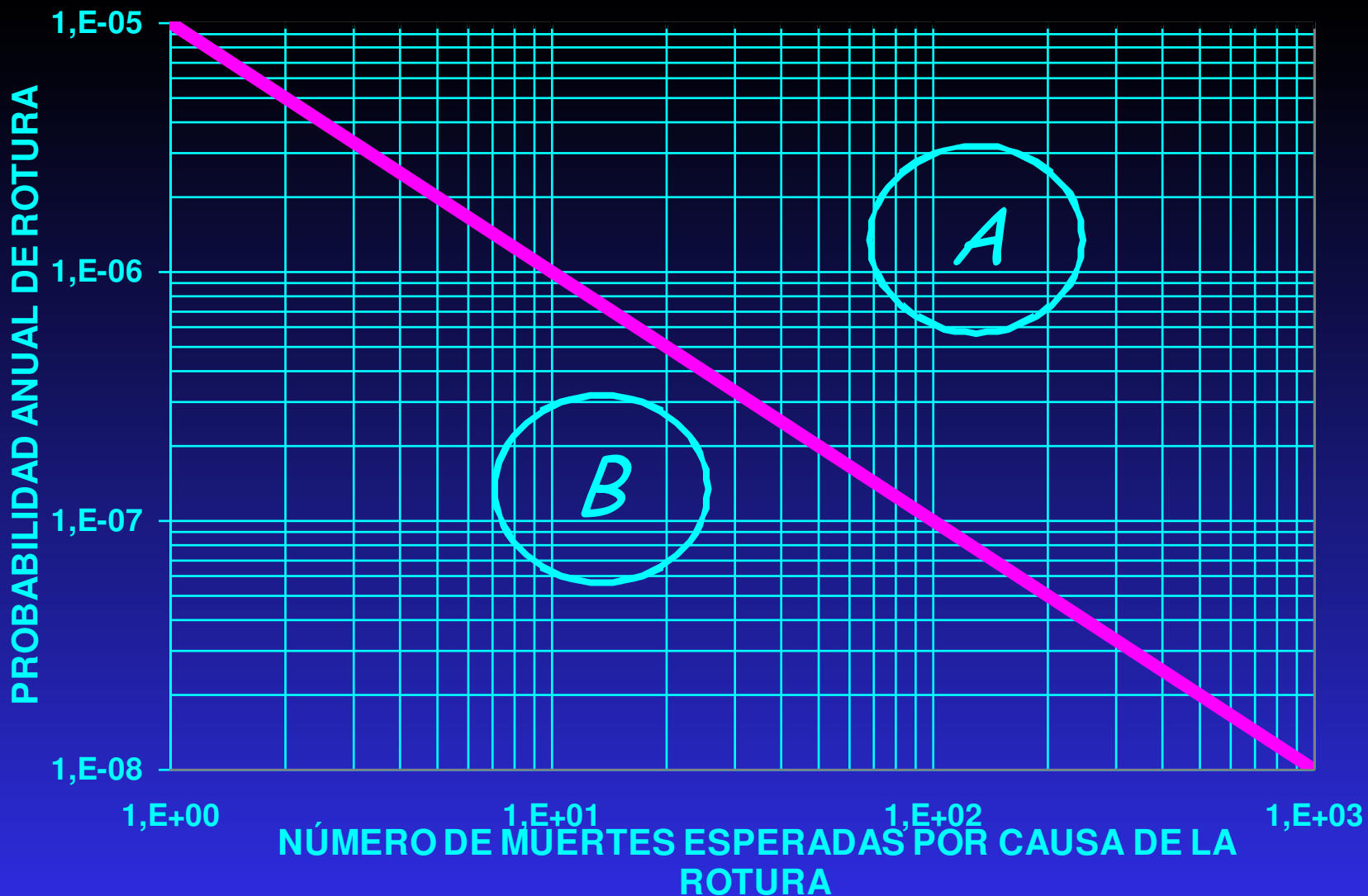
LAS PREGUNTAS

- ~~En proyecto~~
- ~~En explotación~~
 - ◆ ~~En emergencias~~
 - ◆ ~~En explotación ordinaria~~
 - ❖ ~~En presas correctas~~
 - ❖ ~~En presas deficientes~~
 - ~~Daño esperado ¿?~~
 - ~~Criterio de valoración ¿?~~
 - ~~Probabilidad de rotura~~
 - ~~Deslizamiento~~
 - ~~Erosión interna ¿?~~
 - ~~Hidrología~~
- ~~Mediante "Juicio de Expertos"~~
- ~~Complementa al Análisis del comportamiento ¿?~~

GRACIAS



PLANO DE EVALUACIÓN





CONOCER EL MECANISMO

Bastante conocido en cualquiera de las ramas del árbol, aunque puede haber sorpresas (Folsom)

Conocer no quiere decir conocer la probabilidad

Mecanismos muy simples: "no es necesario preocuparse mucho por los mecanismos. El método se encarga de asignarles probabilidades"



CONOCER LOS SÍNTOMAS

No tanto conocer los síntomas como la posibilidad de apreciarlos con tiempo suficiente para reaccionar

Descarta los procesos frágiles

El poderío del binomio "Inspección + Análisis de Comportamiento"



PROBABILIDAD DE CADA FASE

Sólo importan los órdenes de magnitud

Es el nudo gordiano de la cuestión

Sin síntomas: elucubración teórica

Datos estadísticos: cada presa es distinta

¿"Juicio de expertos"?



COMPONER LAS FASES

*Cuantas más fases, menos probabilidad conjunta y más apariencia de trabajo, no más exactitud ni precisión.
Al modo de los sistemas de calidad*

Simplificación grande

CONTRASTE CON DATOS REALES

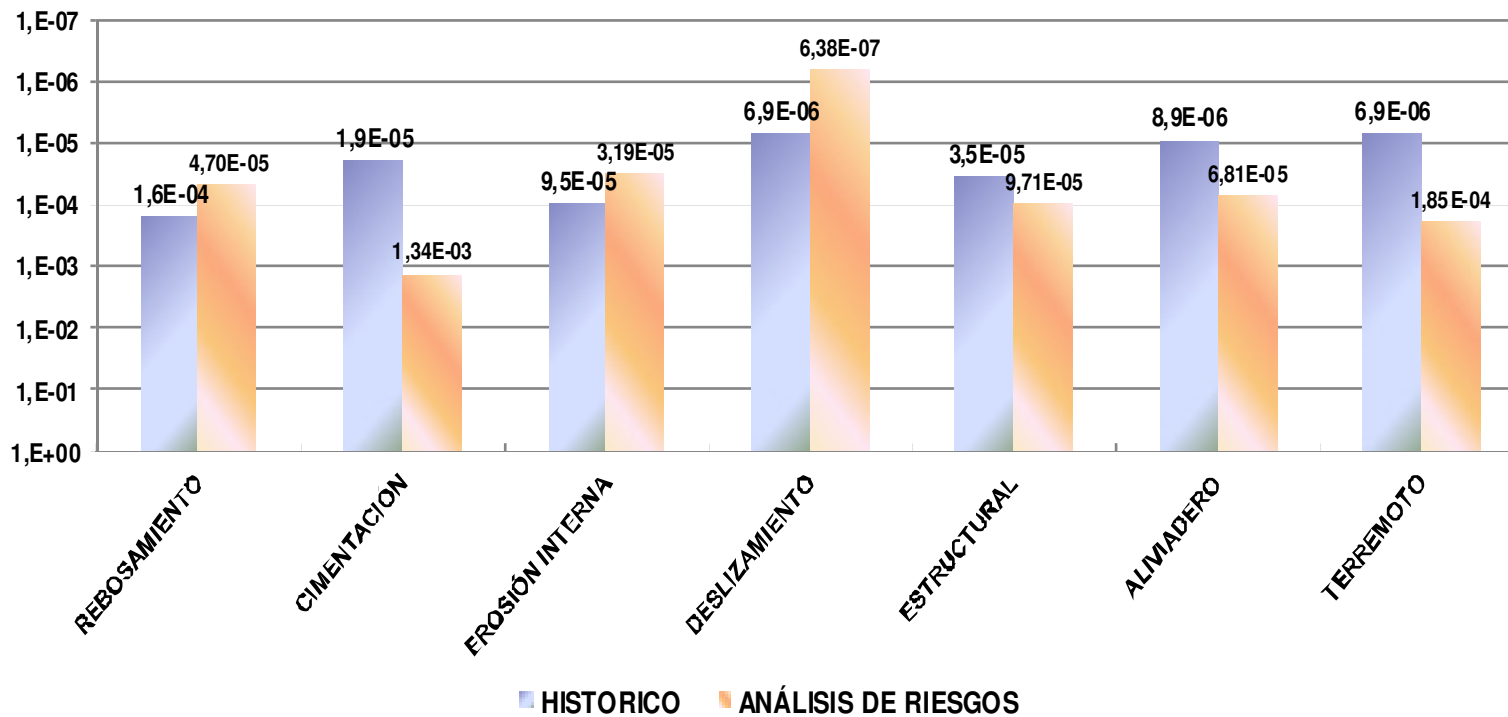
- *Solo existe en aspectos con "muchos" accidentes que hayamos podido estudiar*
 - *Descarta aspectos sin suficientes casos*
 - *Sólo avenidas y ¿erosión interna?*
 - *Disolución de yesos o similares: valoración difícil*
- *En otros campos, el AR exige muchos casos reproducibles para aplicar probabilidades, si no, no se puede aplicar*

CONTRASTE CON DATOS REALES

Paseo de la Castellana, 175 - 1ºD
28046 - MADRID
Tel. - Fax: 91 570 27 24
www.seprem.com



PROBABILIDADES DE ROTURA. COMPARACIÓN ENTRE DATOS HISTÓRICOS Y RESULTADOS DEL AR



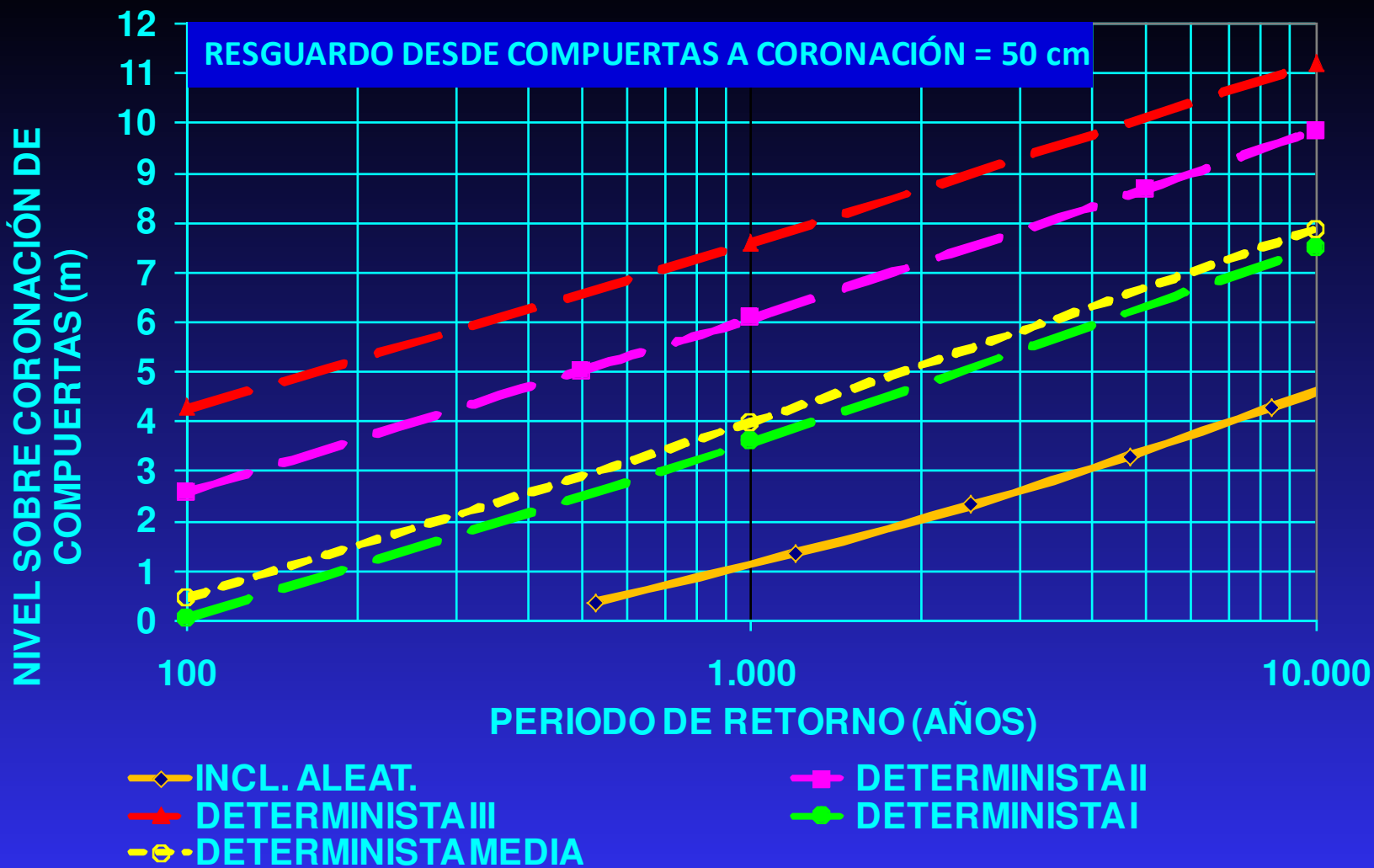


CONTRASTAR CON SENTIDO COMÚN

¿Qué decir sobre sentido común? ¿del sentido que todos tenemos?

La gestión de la seguridad pudiera prescindir del AR, pero no de los técnicos en presas

AR VERSUS CLÁSICO EN AVENIDAS





FALLO HUMANO

INFLUENCIA DEL RETRASO EN LA TOMA DE DECISIONES

