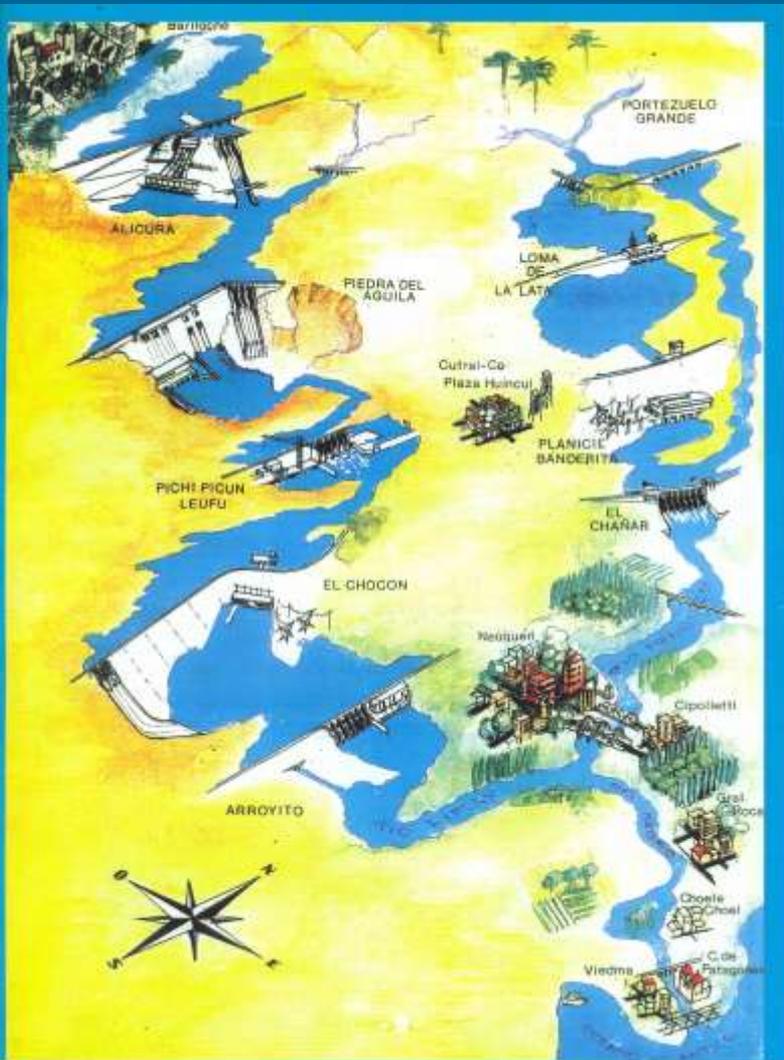


GESTION DEL RIESGO EN PRESAS Y EMERGENCIAS HIDRICAS

Ing. Francisco Giuliani – Ing. Marcelo Baylac (*) (**)



**PRIMERAS JORNADAS
NACIONALES LINEAS DE
RIVERA Y RIESGO HIDRICO
S. C. DE BARILOCHE - NOVIEMBRE
2007**

(*) Organismo Regulador de Seguridad de Presas –
ORSEP.

(**) Profesores Facultad de Ingeniería – Universidad
Nacional del Comahue

LAS PRESAS

- ◆ Son una fuente de bienestar y desarrollo para la sociedad.
- ◆ Atenuan crecidas y estiajes, permiten crear áreas productivas con la construcción de obras de riego, generan energía eléctrica, etc.
- ◆ A la vez, imponen un riesgo por las consecuencias asociadas a su eventual colapso. La falla de una presa constituye una catástrofe que se traduce en pérdidas de vidas, daños económicos y ambientales.

PRESAS EN EL MUNDO: GENERALIDADES

- ◆ Las Presas constituyen una de las estructuras más antiguas conocidas.
- ◆ Ejemplos históricos:
 - presas en la India 4.000 a.c.
 - presas en España más de 2.000 años
 - presas en América México (1750)
- ◆ En el mundo existen aprox. 30.000 grandes presas con $H > 15$ m.
- ◆ Más de la mitad de ellas construidas desde 1950.

LAS FALLAS DE PRESAS

ROTURA: “Colapso o movimiento de una parte de la presa o de su cimentación, que impide la retención de agua en el embalse”(ICOLD 1986)

- **Fallas registradas hasta 1980: 210**
- **Desde 1980 hubo una disminución significativa de las fallas**
- **Las causas mas comunes son el sobrepaso y la erosión interna, le siguen, la inestabilidad en la fundación y las excesivas deformaciones en la presa**
- **La mayor causa de muertes ha sido la falta de preparación para enfrentar la emergencia**



St. Francis
Estados Unidos
12/03/1928
450 muertos

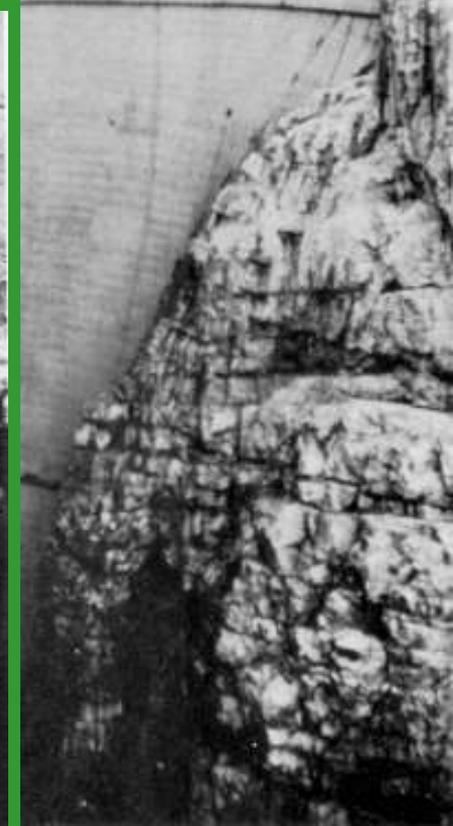




**Vega de
Tera
España
10/01/1959
144 muertos**



Vaiont
Italia
9/10/1963
2600
desaparecidos





Frías
Argentina,
4/1/1970
42 muertos

Presas de Teton (USA, 1976)

Altura: 93 m. Presa de material suelto, con areas y gravas
Falló durante el primer llenado del embalse.

junio, 1976



Vista de aguas abajo y Vertedero

Presas Teton (USA) – Vista aguas abajo



Evolución de la brecha

junio, 1976

Presas Teton (USA) – Vista aguas abajo



Momento de la falla total

junio, 1976

Presas en la Región de Saguenay, Canadá, 5/08/1996, víctimas y daños materiales











**Presas de Anillaco, La Rioja,
Argentina, 16/07/2000, sin
víctimas**





**Presa de Zeizoun, Siria, 4/06/2002,
victimas y daños materiales**



Los Caracoles

San Juan, Argentina,

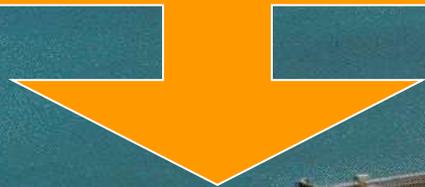
27 de febrero de 2001

Sin víctimas

La compuerta N° 1 se “disparó sola”, triplicando súbitamente el caudal efluente.

La falla se detectó tarde.

El aviso Aguas Abajo llegó a destiempo.



**El Chañar Neuquén, Argentina,
7 de abril de 2001**

Seguridad de Presas

- Estos accidentes y otros más dieron lugar a un crecimiento sostenido de la preocupación por la seguridad estructural de las obras.
 - Se evolucionó hacia criterios de diseño mucho más rigurosos
 - Se modernizaron las técnicas constructivas
 - Mejoraron los sistemas de control y auscultación
 - Se promulgaron leyes específicas
 - Se incorporó el concepto de prevención frente a emergencias, etc.
- Sobre estos aspectos se conforma la denominada **“Práctica tradicional”** de la Seguridad de Presas, reflejada en diversas publicaciones y en el Boletín 59 del ICOLD(1987)

Legislación en Seguridad de Presas

Malpasset (Francia) 1959

Vaiont (Italia) 1963

Baldwin Hill (EE.UU.) 1963

St. Francis (EE.UU.), 1929

presas

Estado de California para

y construcción de presas

Años '60 : Leyes francesas, italianas y americanas.

Teton (Idaho, EE.UU.) 1976

1975: Ley de Embalses

1975: Ley 92-367 de EE. UU.

1977: Decreto del Presidente Carter, normas federales, creación de la FEMA

Una nuevas tendencia: El “*Análisis y Evaluación del Riesgo*”

- Desde la publicación del Boletín 59(1987), se produjeron grandes avances en la comprensión de las causas y procesos conducentes a la falla de presas, dando nacimiento a una nueva corriente en la gestión de la seguridad de presas.
- Como consecuencia de ello, en el año 2004, el ICOLD, inició una revisión y actualización del boletín 59 (Dam Safety Guidelines).
- Esta nueva tendencia, de fuerte desarrollo en los últimos años, plantea un tratamiento sistémico de la seguridad, involucrando no sólo los aspectos técnicos estructurales, sino también la consideración de otros factores, como el error humano y la importancia de la organización.
- En el año 2005 ICOLD publica el boletín 130 “Risk Assessment in Dam Safety Management” (Estimación del Riesgo en la Gestión de la Seguridad de Presas). El mismo sintetiza los principios y procedimientos que actualmente se siguen en muchos de los países más avanzados en el análisis, la evaluación y disminución del riesgo.

RIESGO

FALLA DE PRESA - EMERGENCIA HÍDRICA

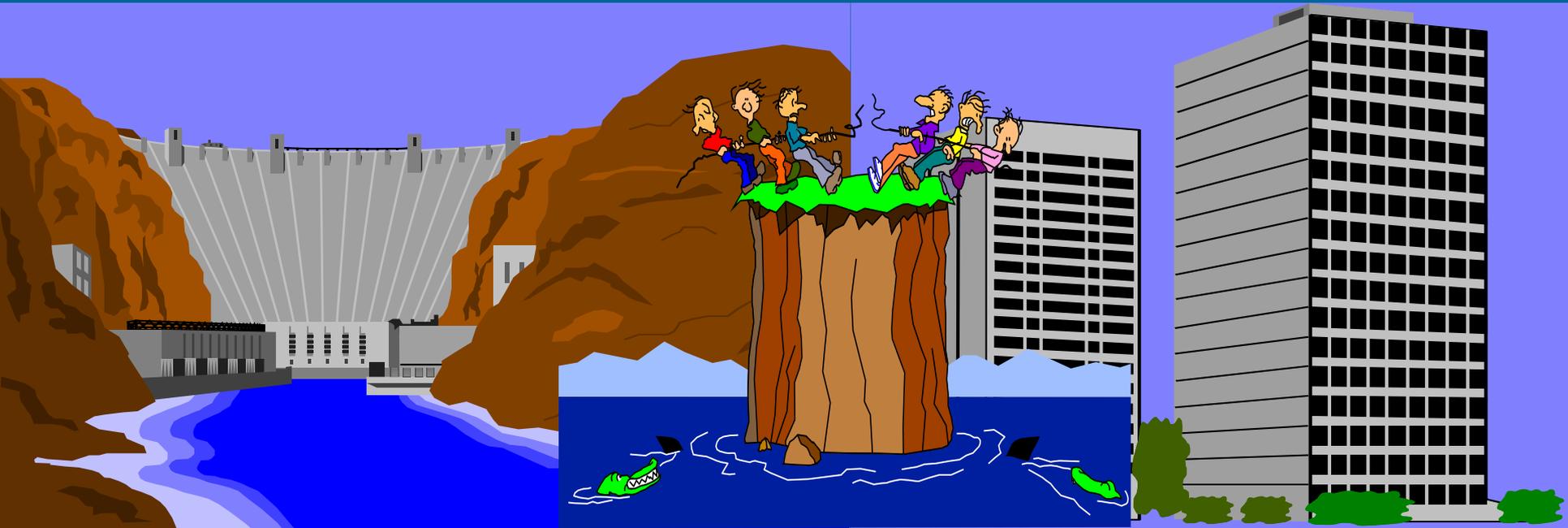
(Probabilidad de ocurrencia)



{Respuesta del Sistema - Vulnerabilidad}

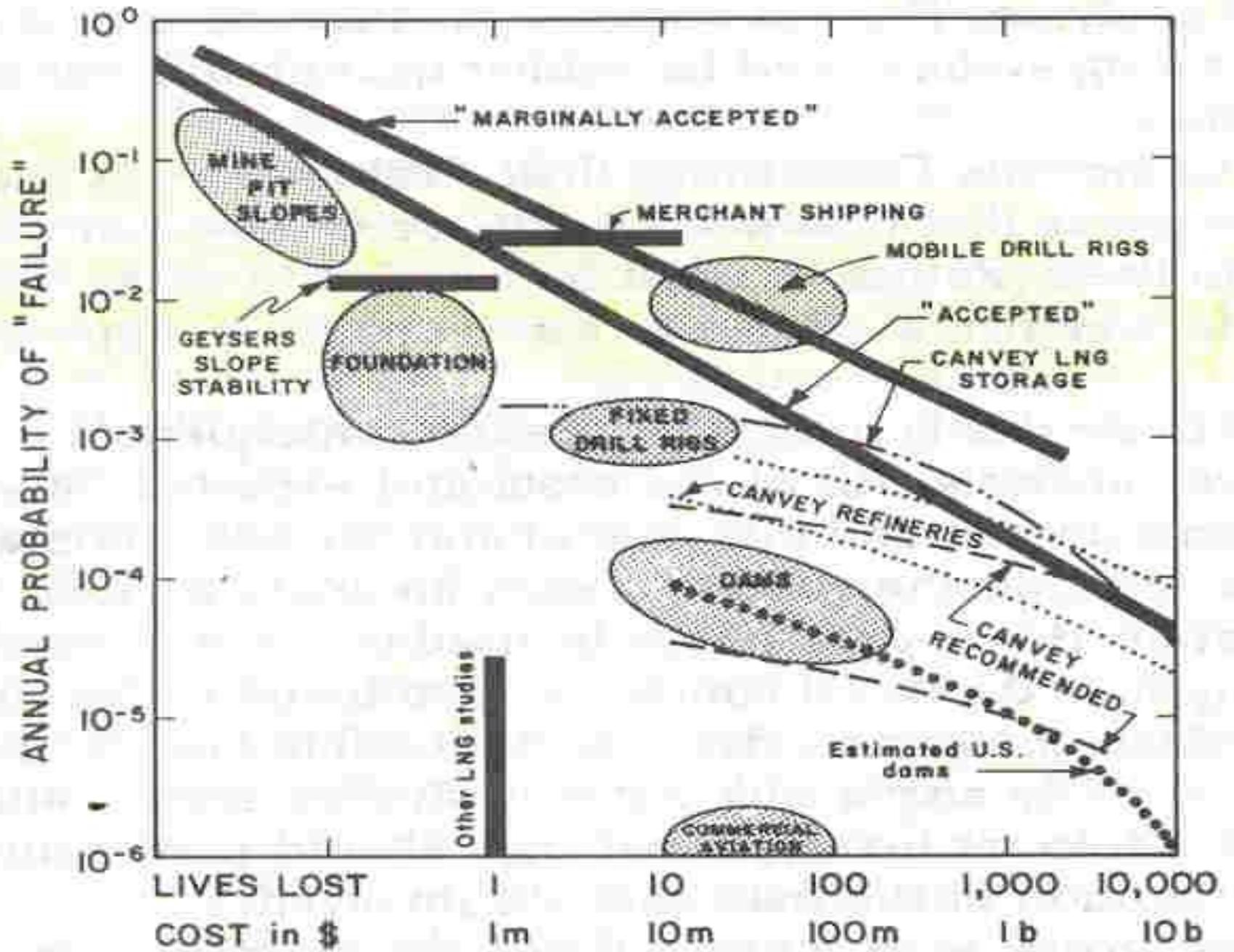


CONSECUENCIAS



$$\mathbf{RIESGO = Pf \times N}$$

- **PROBABILIDAD FALLA (Pf)**
- **CONSECUENCIAS (N)**



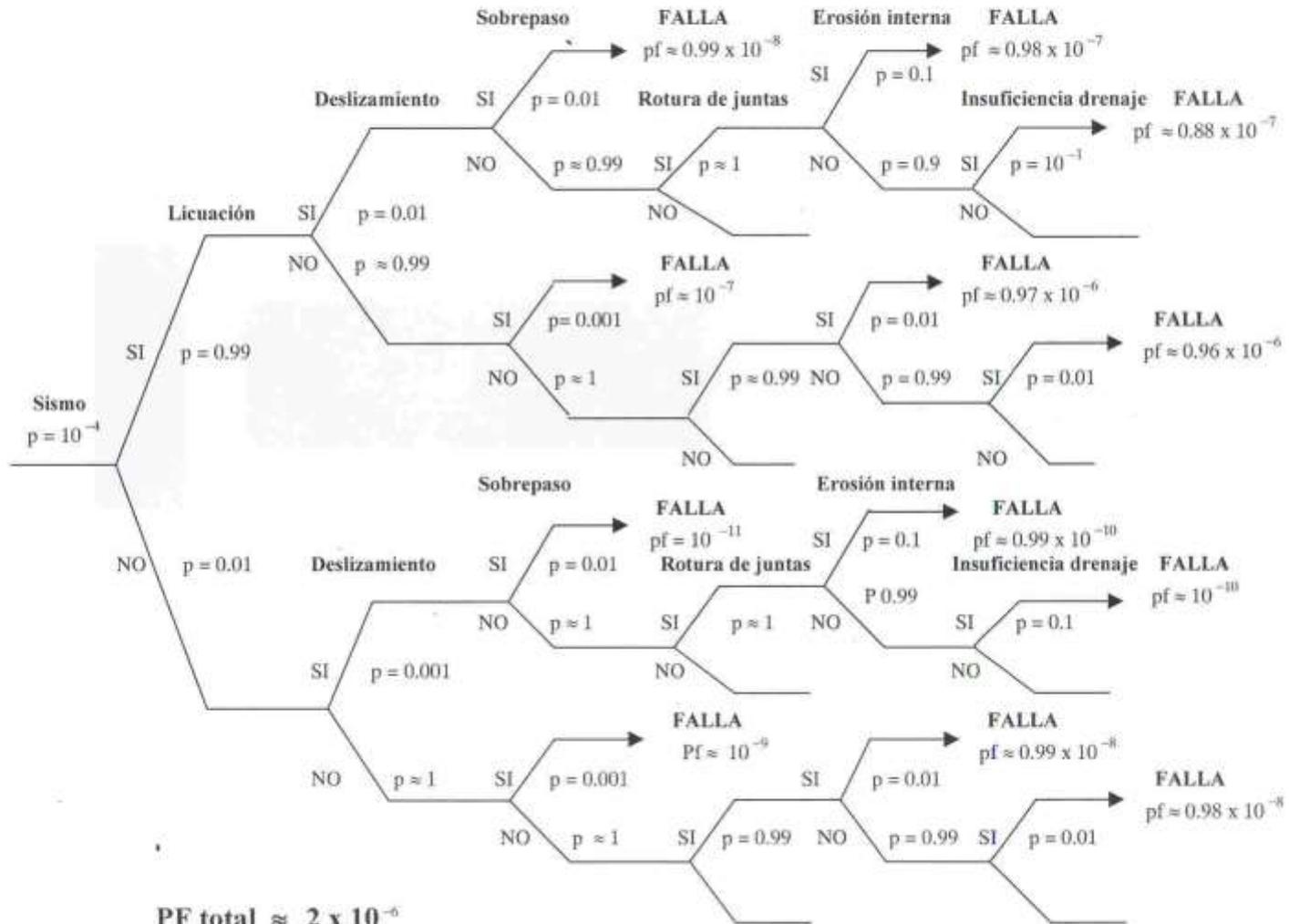
PROBABILIDAD DE FALLA

- *ESCENARIOS DE FALLA*
- *ANÁLISIS DE LOS PROCESOS*
- *PROBABILIDADES*

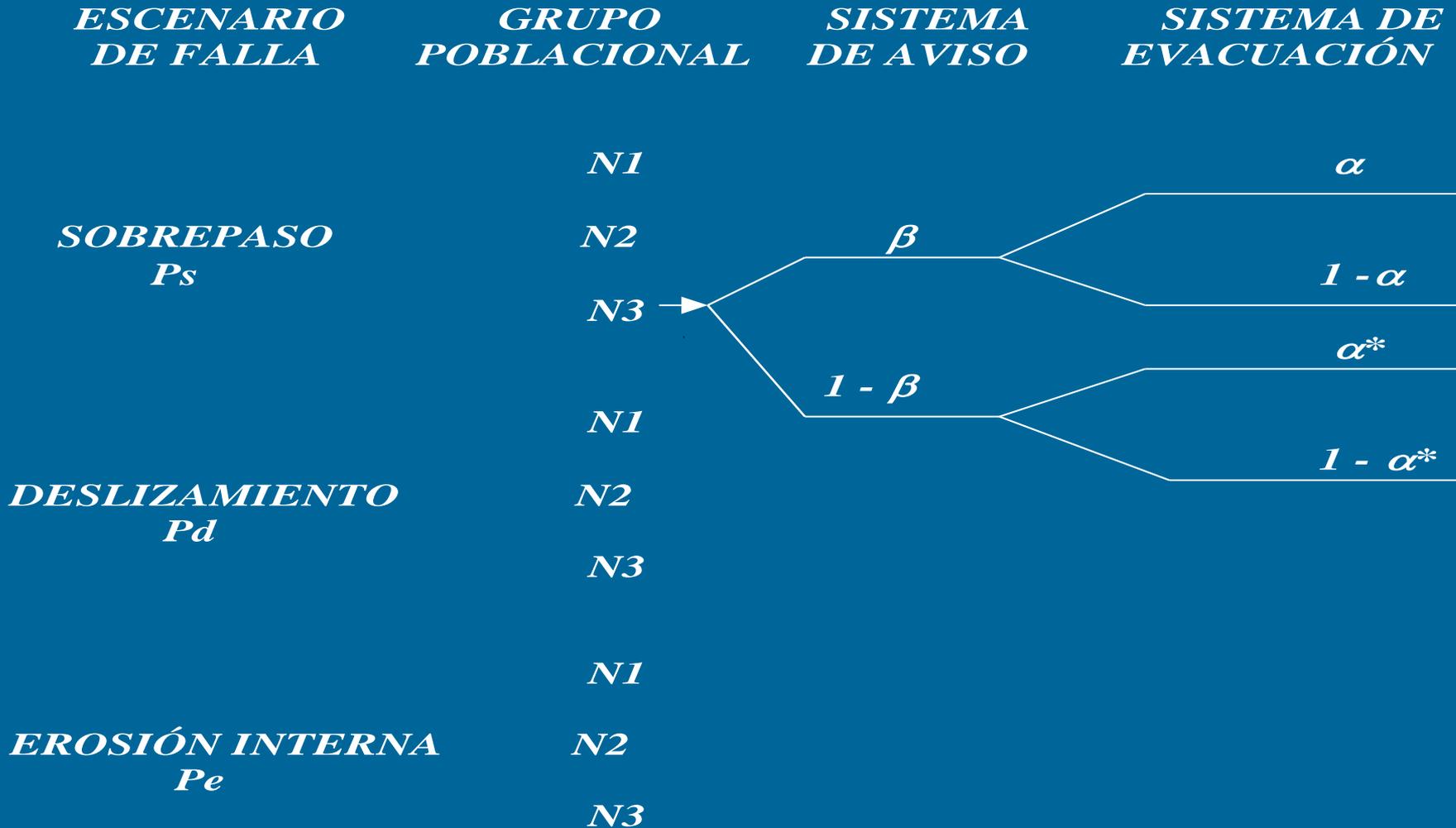
ANALISIS DE RIESGO

- *Cada presa es un caso único no fácilmente comparable con otros casos*
- *El riesgo puede variar en función del tiempo*
- *La seguridad debe controlarse periódicamente*
- *El análisis del riesgo es una herramienta valiosa como complemento de los métodos tradicionales*

Probabilidad de Colapso por Sismo Presa CFRD

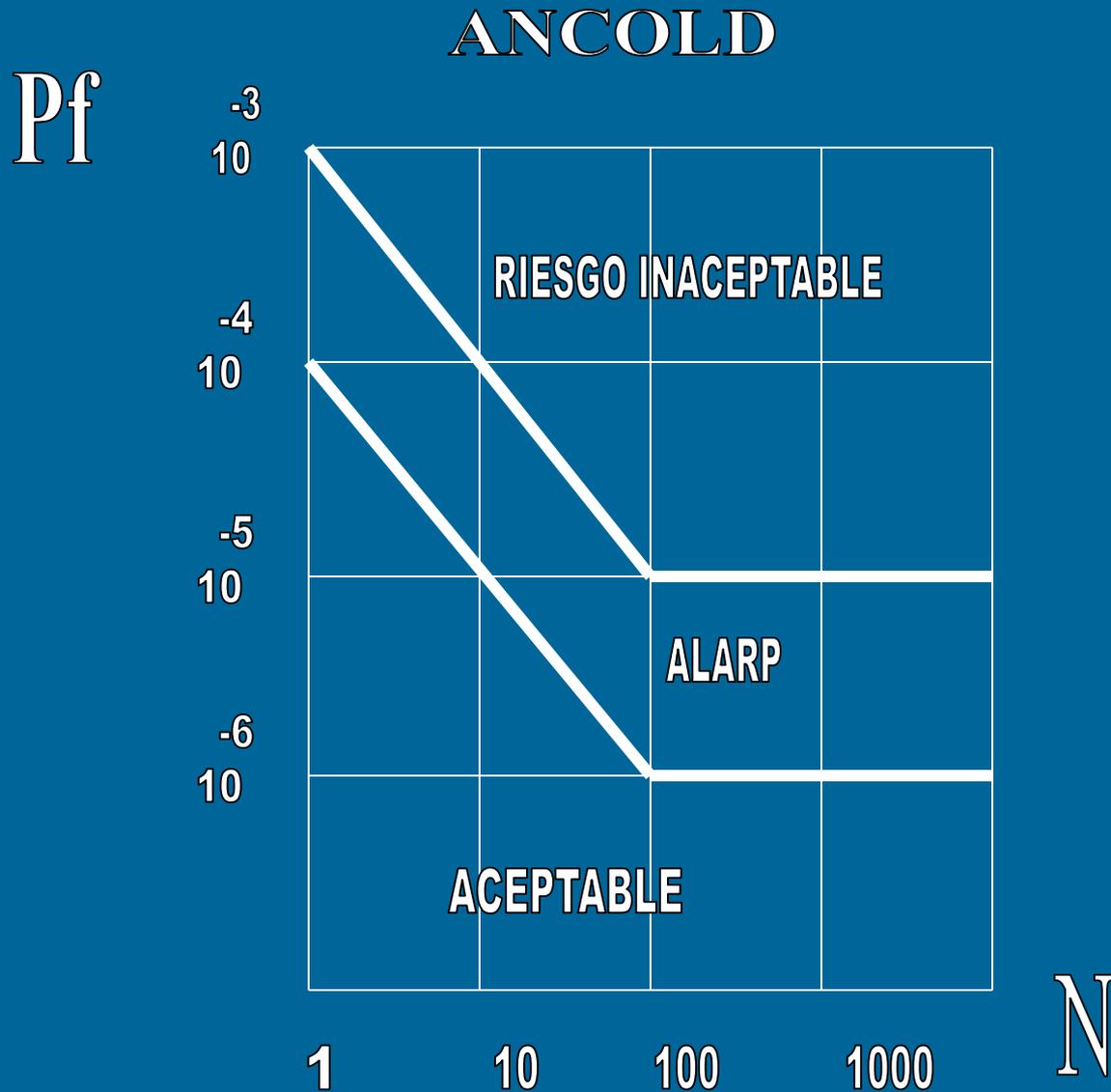


ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS



$$R = \sum P N [\beta (1 - \alpha) + (1 - \beta) (1 - \alpha^*)]$$

CRITERIO DE ACEPTACIÓN DEL RIESGO



RISK ASSESSMENT IN DAM SAFETY MANAGEMENT

A reconnaissance of benefits, methods and current applications

ÉVALUATION DU RISQUE DANS LA GESTION DE LA SÉCURITÉ DU BARRAGE

Examen des bénéfices, des méthodes et des dernières applications

Bulletin 130



2005

Risks and Safety in the Netherlands (Floris)
study - interim report

Guidelines on Risk Assessment

October 2003



Australian National
Committee on
Large Dams Inc.

ión del Análisis de Riesgos
a la Seguridad de Presas



Manuel G. de Membrillera Ortuño
Ignacio Escuder Bueno
Javier González Pérez
Luis Altarejos García

EDITORIAL
POLITÉCNICA DE VALENCIA

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE PRESAS

A partir del año 2005, se inició la preparación de un nuevo Documento titulado “Dam Safety Management” en reemplazo de los previos 59 y 130 integrando los principios y métodos de la práctica tradicional con los conceptos de organización y análisis sistémico.

Se definen como objetivos de la seguridad:

- Prevenir flujos incontrolados agua abajo de las obras que puedan producir daños a las personas, propiedades y al ambiente.**
- Restringir la probabilidad de eventos que puedan resultar en fallas que pongan en riesgo la presa, el vertedero y demás obras auxiliares.**
- Mitigar las consecuencias de dichos eventos mediante Planes de Acción en Emergencias.**

PRINCIPIOS DEL NUEVO DOCUMENTO

- *La entidad a cargo de la presa y de las actividades que dan lugar a los riesgos debe ser la directa responsable de la seguridad.*
- *Es fundamental contar con un marco legal y gubernamental para garantizar la seguridad de presas.*
- *La organización directamente responsable por los riesgos que impone la presa y su operación, debe establecer y sostener una administración efectiva y liderazgo de la seguridad.*
- *Las presas y embalses imponen un riesgo a la sociedad. Su construcción debe representar un claro beneficio significativamente superior al riesgo impuesto.*
- *Es necesario optimizar las medidas de protección a fin de lograr el nivel más alto de seguridad razonablemente posible.*
- *Las medidas de control de la seguridad deben garantizar que ningún individuo sea afectado por un riesgo inaceptable.*
- *La población, propiedad y ambiente, tanto presente como futura, debe ser protegida de los efectos del colapso de presas y demás riesgos impuestos por los embalses.*
- *Es necesario realizar todos los esfuerzos razonables para prevenir y mitigar los efectos adversos de las fallas de presas y de descargas accidentales de los embalses.*
- *Deben existir planes de acción en emergencia por rotura de presa y para descargas accidentales del embalse.*

“La Seguridad de Presas en la República Argentina”

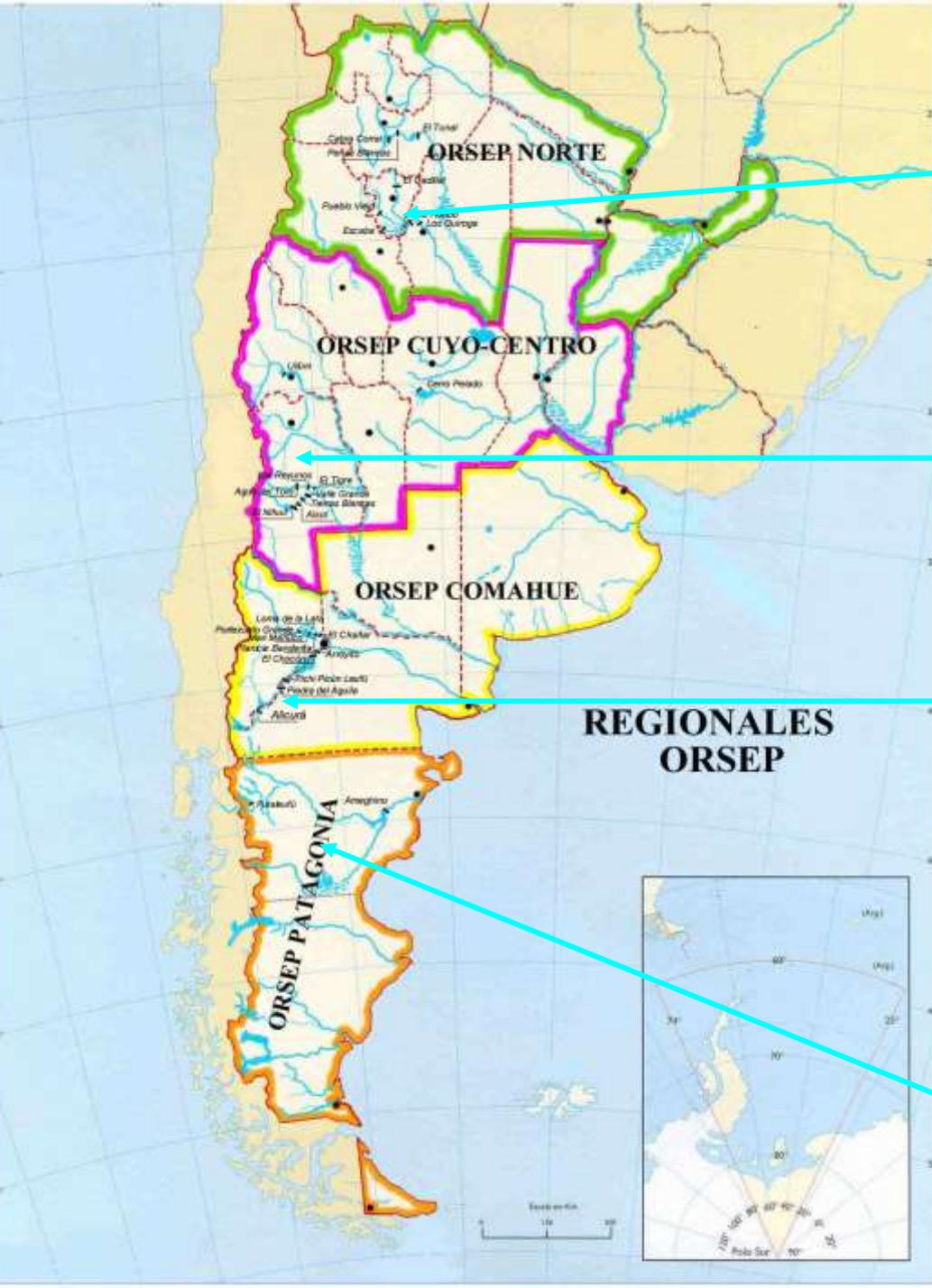
- **Las presas en la Argentina**
- **El ORSEP como Organismo Regulador**
- **La Seguridad de Presas**
- **Programa de Seguridad de Presas**

Las Presas en la Argentina

- **En la Argentina hay alrededor de 120 presas**
- **28 son del Estado Nacional (14 complejos hidroeléctricos)**
- **2 son Binacionales**
- **El resto son mayoritariamente provinciales.**
- **Algunas de ellas no se encuentran registradas**

¿Qué es el ORSEP?

- Su especialidad es parte integrante de la ingeniería de presas
- Su misión es lograr que las presas cumplan con los estándares internacionales de seguridad, con el objeto de proteger a la población y resguardar el patrimonio nacional
- Administrativamente es un Organismo Descentralizado, en el ámbito de la S.O.P., del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios
- Actúa como un Organismo Regulador
- Tiene atribuciones y capacidad técnica para brindar asesoramiento a terceros.



9 presas



9 presas



10 presas



2 presas

Principales funciones y objetivos

- **Fiscalización**
 - Medidas correctivas
 - Comportamiento de las presas
 - Auditorías Técnicas
 - PADE y Manejo de la Emergencia
- **Resguardo de documentación y base de datos registros auscultación**
- **Desarrollo de Normas y Procedimientos**
- **Comunicación Social**
- **Convenios con terceros**

SEGURIDAD DE UNA PRESA

- **PROYECTO**
 - Criterios de Diseño, hipótesis de cálculo, definición de parámetros, etc.
- **CONSTRUCCIÓN**
 - Técnicas constructivas, elección de materiales, inspección de las obras, etc.
- **OPERACIÓN**
 - Programa de seguridad de presas (PSP)

PROGRAMA DE SEGURIDAD DE PRESAS

Es un programa que organiza a través de procedimientos adecuados las actividades para asegurar que una presa se mantenga en condiciones de seguridad durante su operación

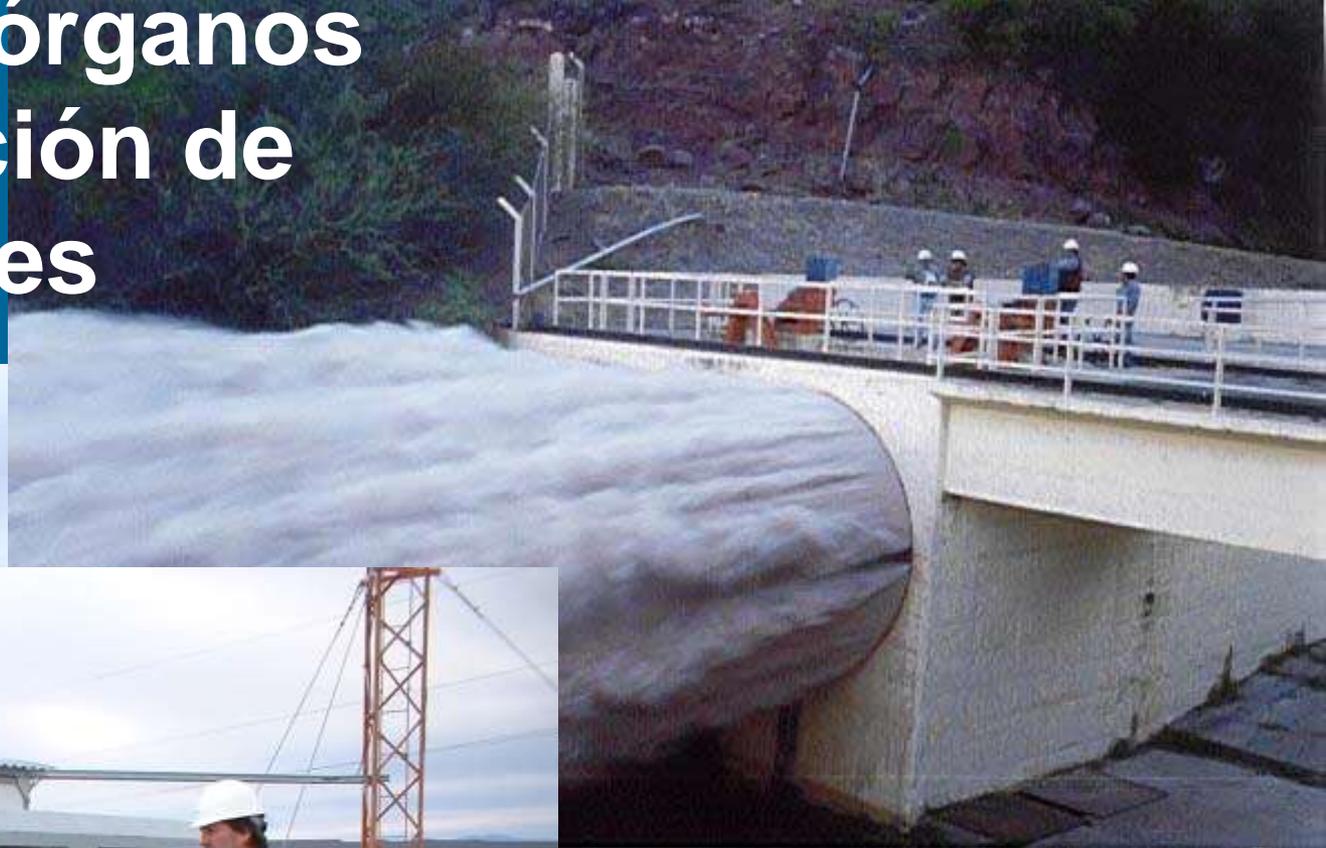
COMPONENTES PROGRAMA DE SEGURIDAD DE PRESAS (PSP)

- Operación y Mantenimiento
- Auscultación y análisis del comportamiento estructural
- Revisión periódica de criterios e hipótesis de diseño y cálculo
- Investigación y corrección de anomalías
- Auditorías técnicas externas
- Plan de Acción Durante Emergencias (PADE)
- Mapas de inundación
- Comunicación Social

Operación y Mantenimiento

- Normas y procedimientos operativos
- Ensayos de órganos de evacuación y otros sistemas vinculados con la seguridad
- Mantenimiento del Archivo de la documentación técnica
- Mantenimiento Preventivo y Extraordinario
- Sistema de Calidad

Ensayos de órganos de evacuación de caudales





- Inspecciones

Auscultación





• Auscultación de las obras



**Auditoría Técnica
Consultor Independiente**

Medidas Correctivas

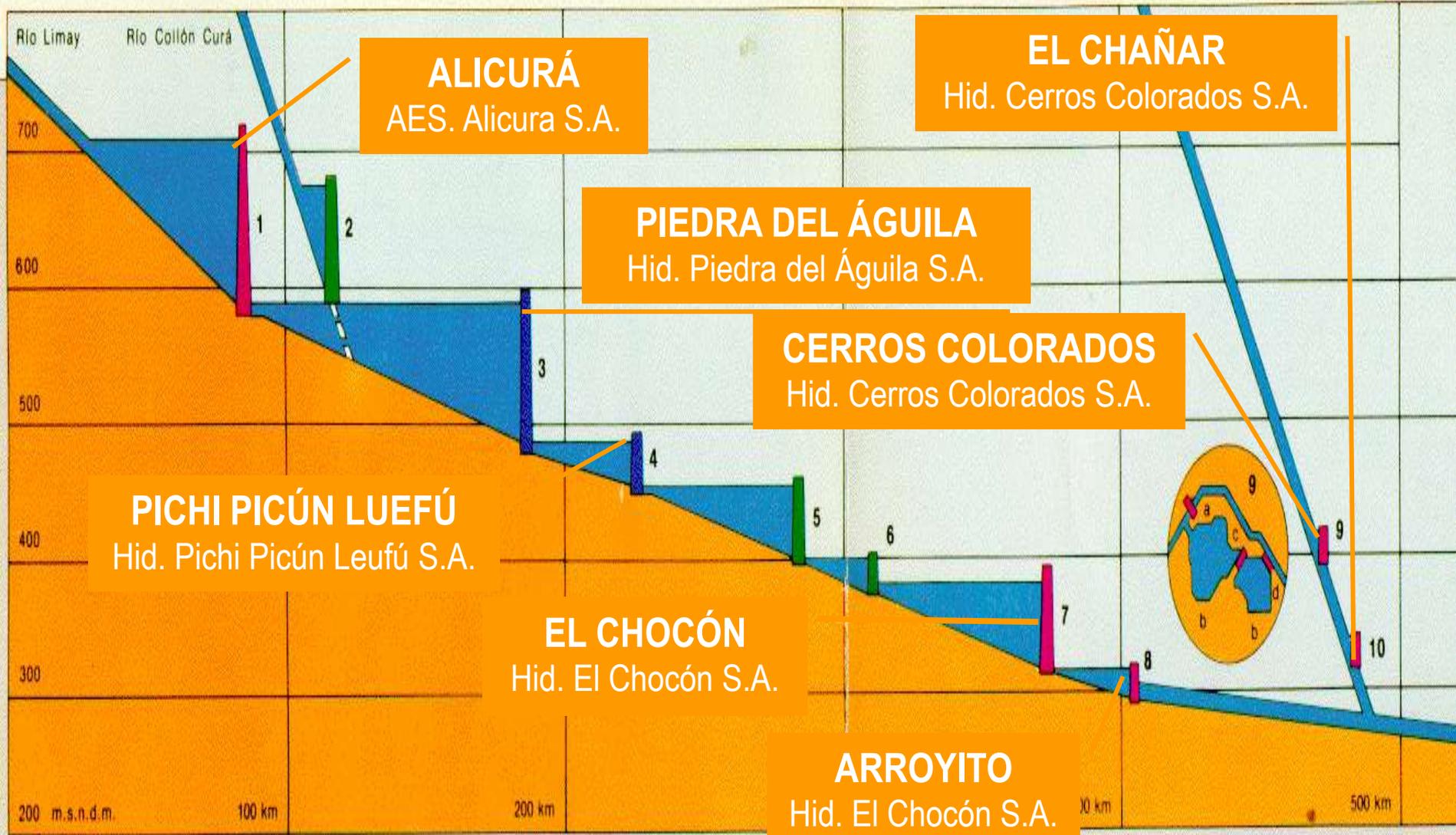
Reparación de vertederos



Nuevos piezómetros y refuerzo cortina de drenaje en Piedra del Aguila



Sistema de presas del Comahue



EMERGENCIA HÍDRICA



La emergencia que afecta a la población de una cuenca como consecuencia de caudales extraordinarios en algunos o todos sus afluentes.

EL ORSEP EN EL SISTEMA DE EMERGENCIAS HIDRICAS

- Validar la comunicación de la Concesionaria
- Declarar la emergencia
- Dar aviso a las Defensas Civiles Provinciales
- Realizar avisos internos
- Ordenar acciones para el manejo de otras presas
- Declarar el fin de la emergencia
- **Fiscalizar el PADE**

PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS(PADE)

Plan formal que identifica acciones y procedimientos que el operador de un complejo hidráulico debe seguir, durante una Emergencia que ponga en riesgo la seguridad estructural de una presa, para protección de la población potencialmente afectada.

EMERGENCIAS HÍDRICAS POR FALLA DE PRESA



TIPOS DE EMERGENCIA EN UNA PRESA

- Alerta Roja - La falla es inminente o ha ocurrido
- Alerta Amarilla - Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa con riesgo de falla

DIAGRAMA DE AVISOS

Piedra del Aguila

DETECCION DE LA ANOMALIA

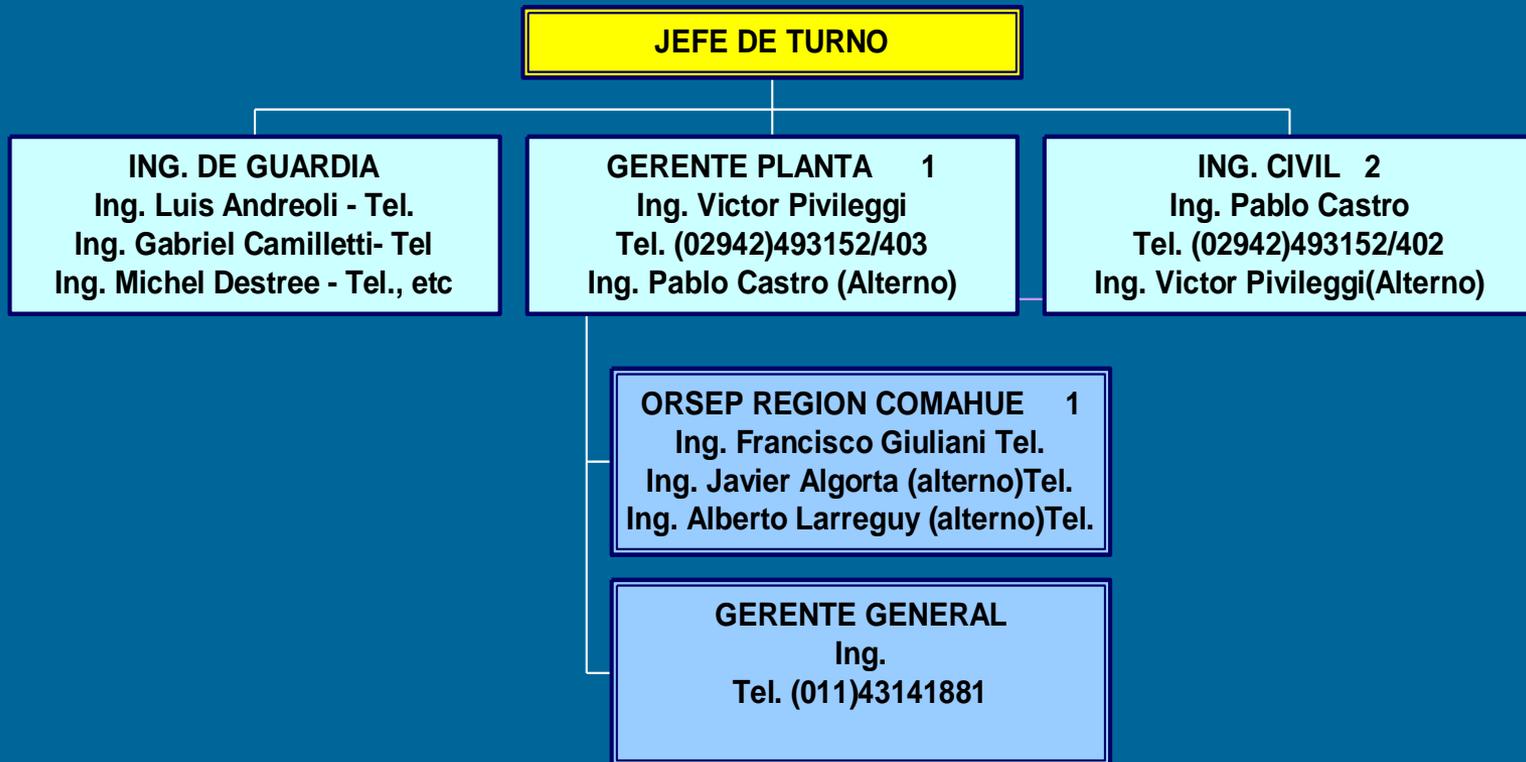
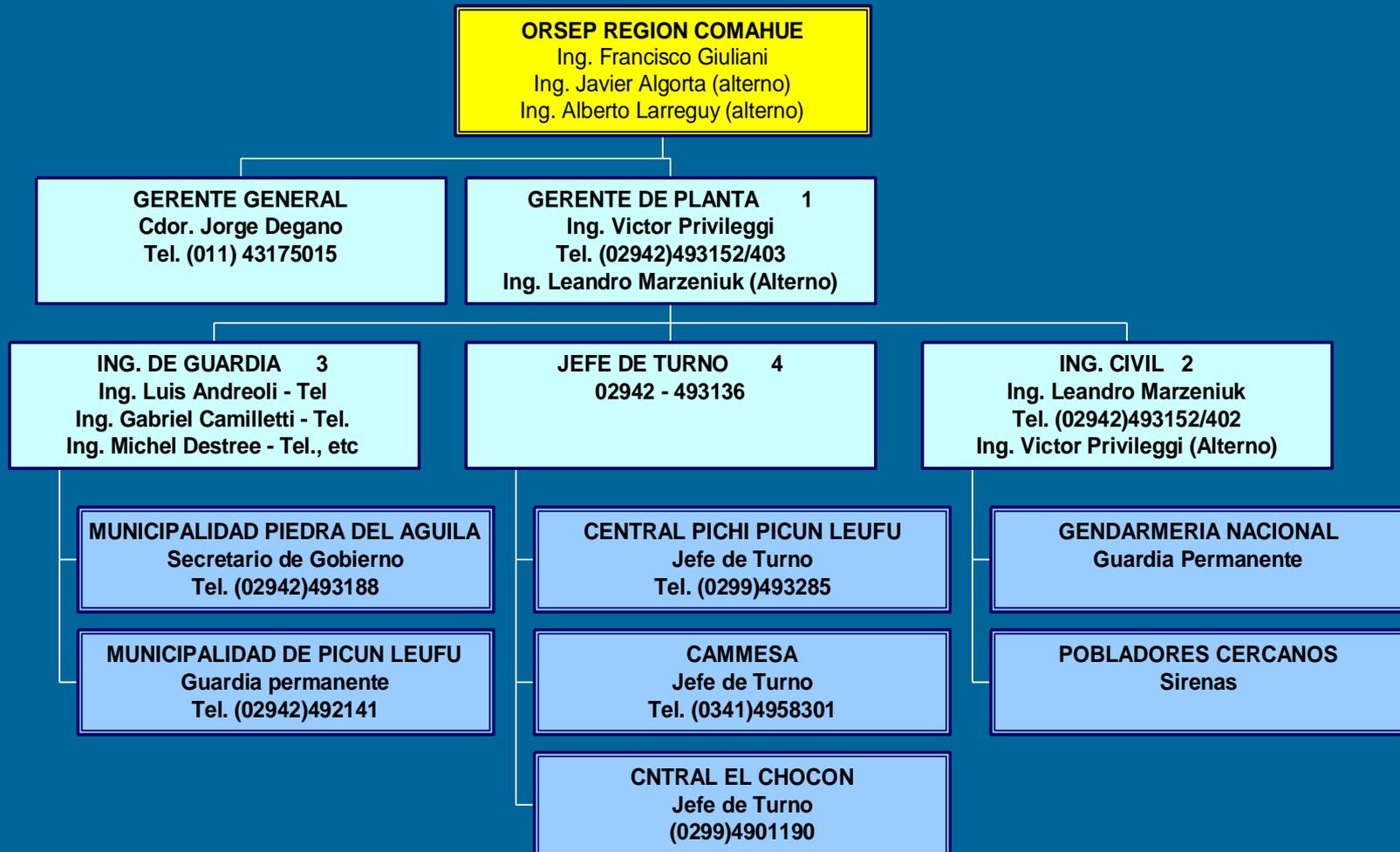


DIAGRAMA DE AVISOS

Piedra del Aguila (2004)

DECLARACIÓN DE LA EMERGENCIA



MAPAS DE INUNDACIÓN

En cada localidad y para cada escenario de emergencia

→ Tiempo de arribo de la onda

→ Tiempo para alcanzar el máximo nivel

→ Altura del agua

19

NIVEL NORMAL (m)	302.37
NIVEL MAXIMO (m)	303.53
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	1.16
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	2574
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	4.82

20

NIVEL NORMAL (m)	297.70
NIVEL MAXIMO (m)	298.74
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	2.04
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	2438
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	8.50

21

NIVEL NORMAL (m)	290.10
NIVEL MAXIMO (m)	292.34
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	2.24
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	2152
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	7.16

PROVINCIA DEL NEUQUEN

22

NIVEL NORMAL (m)	285.26
NIVEL MAXIMO (m)	287.43
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	2.15
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	2111
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	7.88

24

NIVEL NORMAL (m)	278.2
NIVEL MAXIMO (m)	280.4
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	2.2
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	1858
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	9.82

23

NIVEL NORMAL (m)	280.54
NIVEL MAXIMO (m)	283.15
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	2.61
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	1997
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	8.64

25

NIVEL NORMAL (m)	273.94
NIVEL MAXIMO (m)	275.83
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	1.89
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	1844
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	10.32

26

NIVEL NORMAL (m)	272.01
NIVEL MAXIMO (m)	274.22
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	2.21
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	1783
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	11.07

27

NIVEL NORMAL (m)	285.83
NIVEL MAXIMO (m)	288.78
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	2.95
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	1752
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	12.22

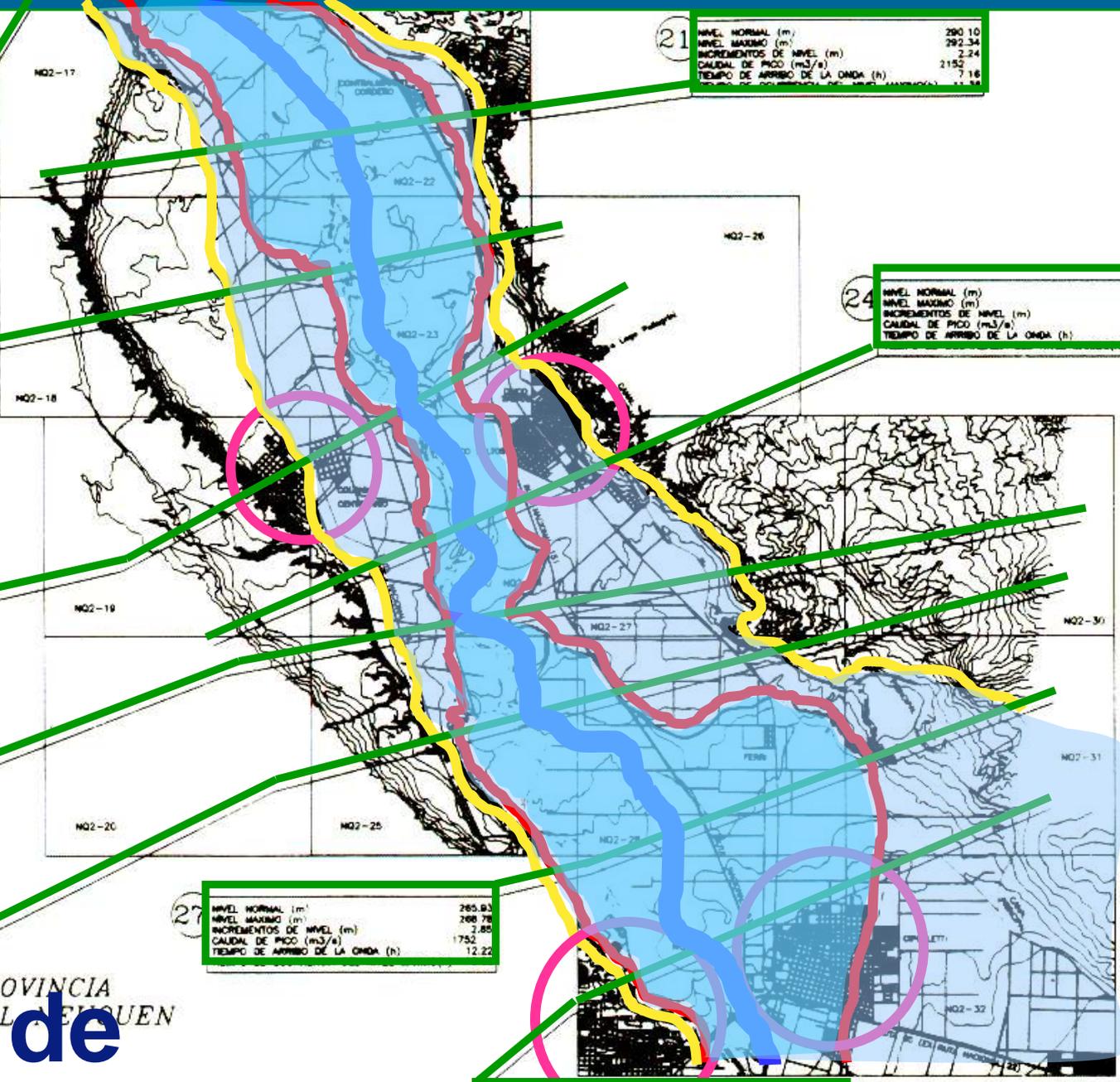
28

NIVEL NORMAL (m)	284.33
NIVEL MAXIMO (m)	285.41
INCREMENTOS DE NIVEL (m)	1.08
CAUDAL DE PICO (m ³ /s)	1715
TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	13.10

PROVINCIA DEL NEUQUEN

PROVINCIA DE RIO NEGRO

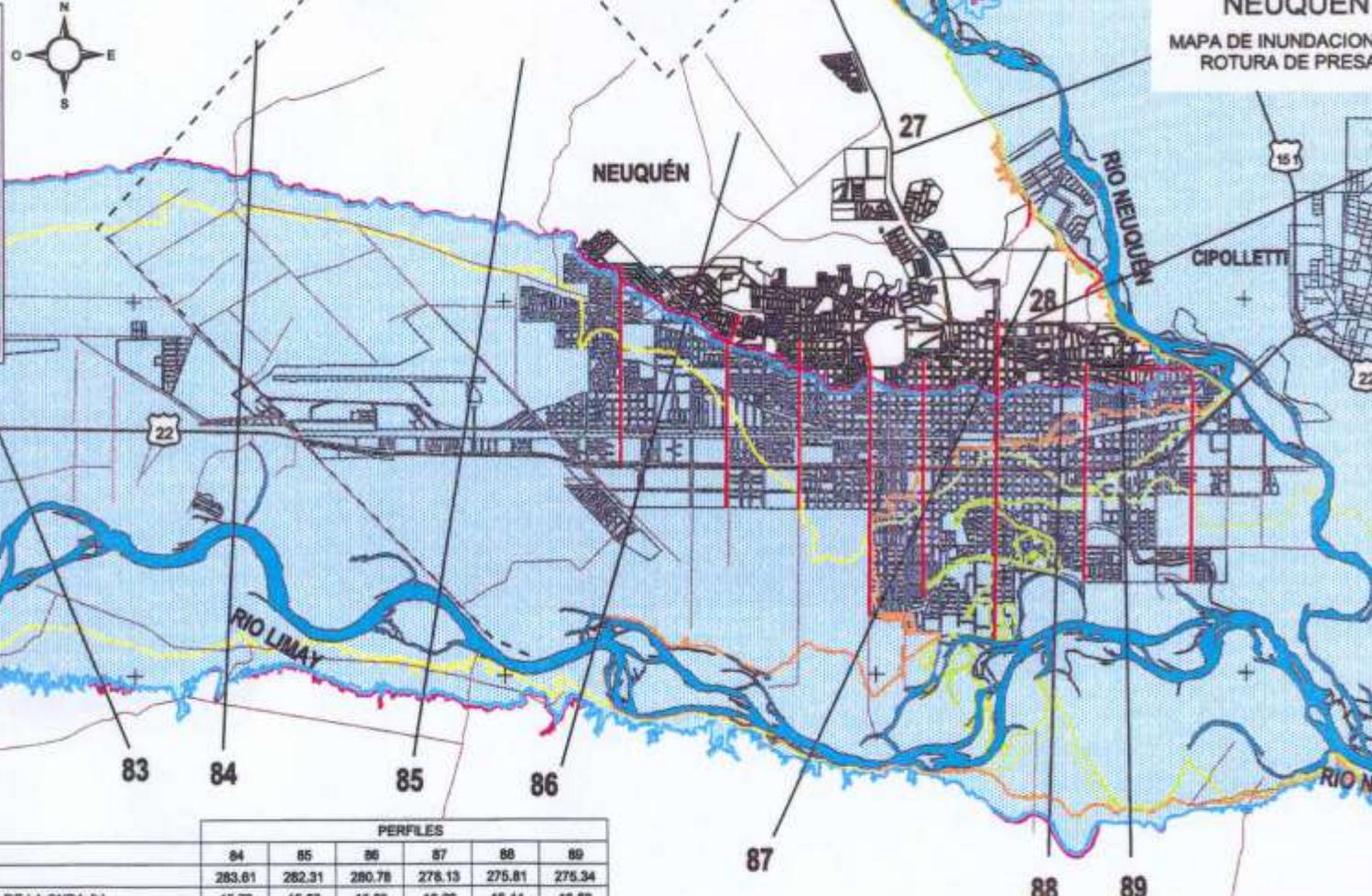
Mapa de Inundación



AFECTACION DEL AREA URBANA DE NEUQUEN PARA INUNDACION PODOTURA DE PRESAS

DATOS CENSO 1991	Total ejido		PORTEZUELO		CHAÑAR		PIEDRA DEL AGUILA		CHOCON		ARROYITO	
	Cant.	Afectación %	Cant.	Afectación %	Cant.	Afectación %	Cant.	Afectación %	Cant.	Afectación %	Cant.	Afectación %
Manzanas	2433	716	29	319	13	1759	72	1722	71	862	36	
Viviendas	39562	11773	30	4522	11	27863	70	27399	69	14031	36	
Población Total	158583	45573	29	18163	11	110454	70	106567	68	67626	36	
Población menores 13 años	52881	13676	26	5991	11	35587	67	34896	66	20087	38	
Población entre 14 y 65 años	100248	30089	30	11581	12	70718	71	69577	69	35881	36	
Población mayor de 65 años	5454	1828	34	591	11	4140	76	4095	75	1648	30	

Nota : Los datos del Censo 1991 fueron provistos por la provincia del Neuquén



Referencia

- Vías de Escape - Colecciones Principales (todas las calles rurales y urbanas que concurren a las colecciones principales o a sitios fuera de las líneas de inundación se constituyen en vías de escape)
- Rutas Nacionales (Route 22)
- Rutas Provinciales (Route 7)
- Caminos Rurales
- Límite Ejido Municipal

ESCALA 1:75.000

0 1000 2000 Meters

Procesado en ArcView 3.2. Área SIG.
Secretaría de Planificación y Desarrollo.
Revisión JULIO 2004.-

RIO LIMAY	DATOS	PERFILES					
		84	85	86	87	88	89
SITUACION A Rotura de Alicurá con Buen Tiempo y efecto dominó.	NIVEL MAXIMO (m)	283.61	282.31	280.78	278.13	275.81	275.34
	TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	15.70	15.87	16.03	16.22	16.44	16.50
	TIEMPO DE OCURRENCIA DEL NIVEL MAX. (h)	21.27	21.80	21.97	22.74	23.47	23.61
SITUACION B Rotura de Piedra del Aguila con Buen Tiempo y efecto dominó.	NIVEL MAXIMO (m)	283.36	282.04	280.49	277.85	275.52	275.05
	TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	15.08	15.28	15.46	15.88	15.92	16.00
	TIEMPO DE OCURRENCIA DEL NIVEL MAX. (h)	16.80	20.01	20.44	21.28	22.07	22.21
SITUACION C Rotura de Arroyito con Buen Tiempo.	NIVEL MAXIMO (m)	281.92	280.46	278.90	276.15	273.89	273.25
	TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	4.08	4.28	4.36	4.88	4.92	5.00
	TIEMPO DE OCURRENCIA DEL NIVEL MAX. (h)	7.14	7.27	7.51	8.93	10.22	10.42

RIO NEUQUEN	DATOS	PERFILES	
		26	27
SITUACION D Rotura de El Chañar con Buen Tiempo en el Limay	NIVEL MAXIMO (m)	274.22	266.78
	TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	11.07	12.22
	TIEMPO DE OCURRENCIA DEL NIVEL MAX. (h)	16.75	18.08
SITUACION E Rotura de Portezuelo Grande y efecto dominó con el Río Limay y el Río Negro	NIVEL MAXIMO (m)	276.57	271.44
	TIEMPO DE ARRIBO DE LA ONDA (h)	18.00	19.20
	TIEMPO DE OCURRENCIA DEL NIVEL MAX. (h)	25.53	26.73

MANTENIMIENTO Y EJERCITACIÓN DEL PADE

- **Actualización anual**
- **Capacitación del personal**
- **Ejercitación**

PROCEDIMIENTO PARA COMUNICACIÓN DE EMERGENCIAS

- **AREA CERCANA**
 - **CONCESIONARIA - PADE**
 - TELEFONO, RADIO, ETC.
 - SIRENA
- **AVISO GENERAL**
 - **ORSEP - PIDE**
 - **COMUNICACIÓN TELEFONICA A RESPONSABLES DESIGNADOS POR LAS PROVINCIAS DE RIO NEGRO, NEUQUEN Y BUENOS AIRES**

ORSEP - COMUNICACIÓN DE LA EMERGENCIA

- **PLAN INTERNO DE EMERGENCIAS (PIDE)**
- **CONVENIOS Y PROTOCOLOS CON LAS PROVINCIAS DE**
 - **RIO NEGRO**
 - **NEUQUEN**
 - **BUENOS AIRES**

CONCLUSIONES

- La seguridad no sólo radica en el tratamiento de los aspectos técnicos, sino que depende de muchos otros factores, como son la planificación, el factor humano, la organización y los sistemas de gestión, todos fundamentales para alcanzar un nivel de riesgo aceptable.
- El análisis del riesgo se considera una herramienta útil para un mejor entendimiento de las debilidades y fortalezas del sistema Presa - Embalse - Entorno, y como ayuda en la toma de decisiones para el mejoramiento de la seguridad.
- En Argentina, la creación del ORSEP fue un paso institucional importante, y su accionar ha resultado en importantes mejoras y en un adecuado tratamiento de la seguridad de las presas concesionadas.

TEMAS PENDIENTES

Existen así numerosos temas pendientes, tales como:

- Una Ley Federal de Seguridad de Presas que permita definir una normativa específica para todas las presas del país,
- El relevamiento del estado de todas las presas del país,
- La implementación de Planes de acción en emergencias en todas las obras que constituyan un riesgo para la población,
- La clasificación de las presas acorde al riesgo,
- Avanzar en la planificación y desarrollo de efectivos sistemas de gestión de la seguridad.

***Muchas gracias
por su atención***