

**LA AMENAZA SISMICA EN LA SEGURIDAD DE LAS PRESAS
PRESA POTRERILLOS, RIO MENDOZA, Y EL CADILLAL, RIO SALI
COMPORTAMIENTO DE LAS PRESAS EN SISMOS RECIENTES:
CHINA 2008, CHILE 2010 Y JAPON 2011**

Ing. JUAN S. CARMONA
Profesor Titular - Universidad Nacional de San Juan

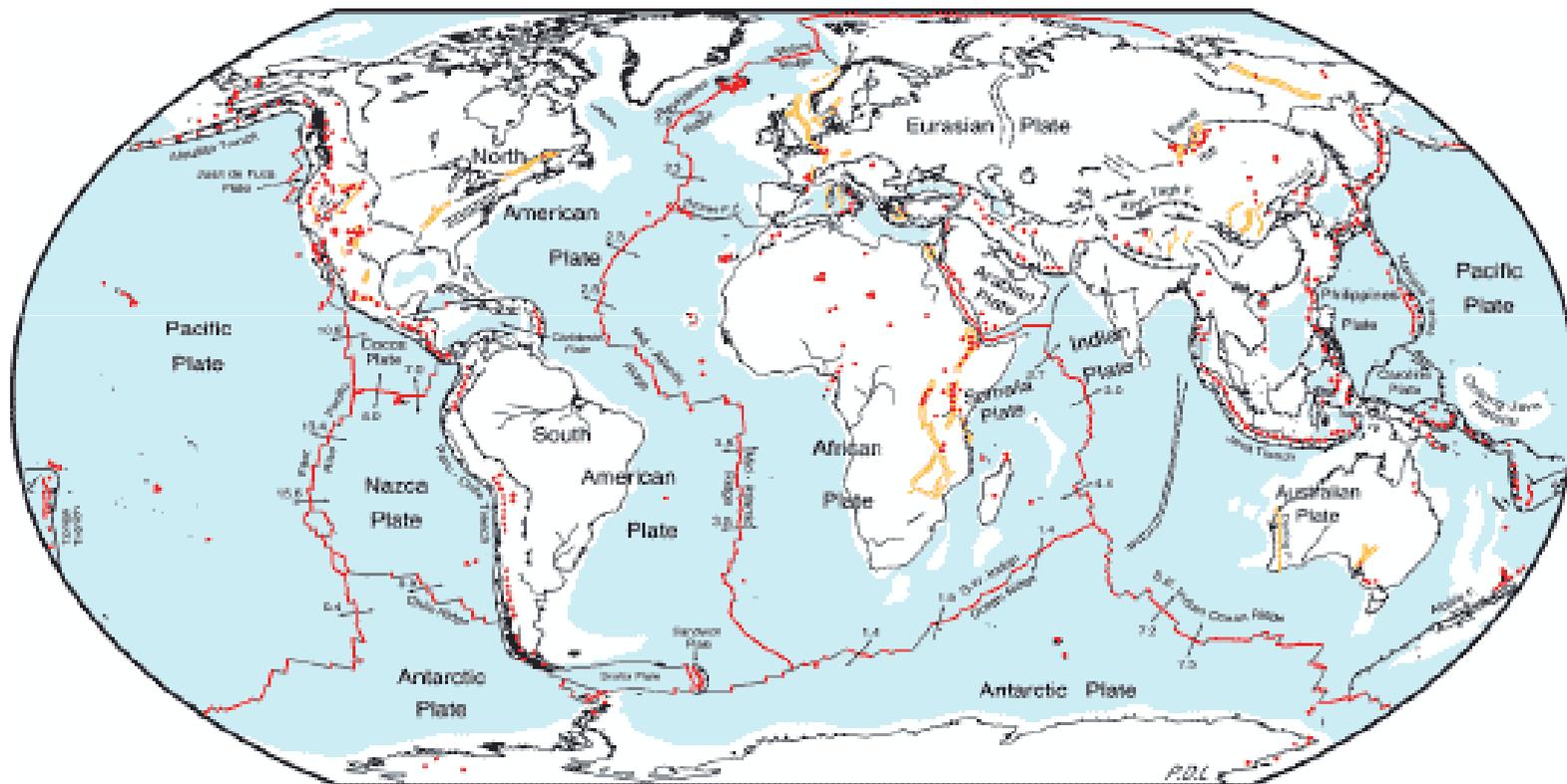
ACTIVIDAD SISMICA:

ES UN PROCESO GEOFISICO QUE SE DESARROLLA EN LA CORTEZA TERRESTRE POR EL QUE SE MODIFICA SU CONFORMACION Y SE LIBERA LA ENERGIA ACUMULADA EN SUS ESTADOS DE TENSION Y DEFORMACION GENERADOS POR INTERACCIONES ENTRE SUS COMPONENTES.

LA ENERGIA LIBERADA GENERA ONDAS QUE SE TRANSMITEN POR TODO EL GLOBO TERRESTRE Y QUE SE EVIDENCIAN EN SU SUPERFICIE COMO TERREMOTOS

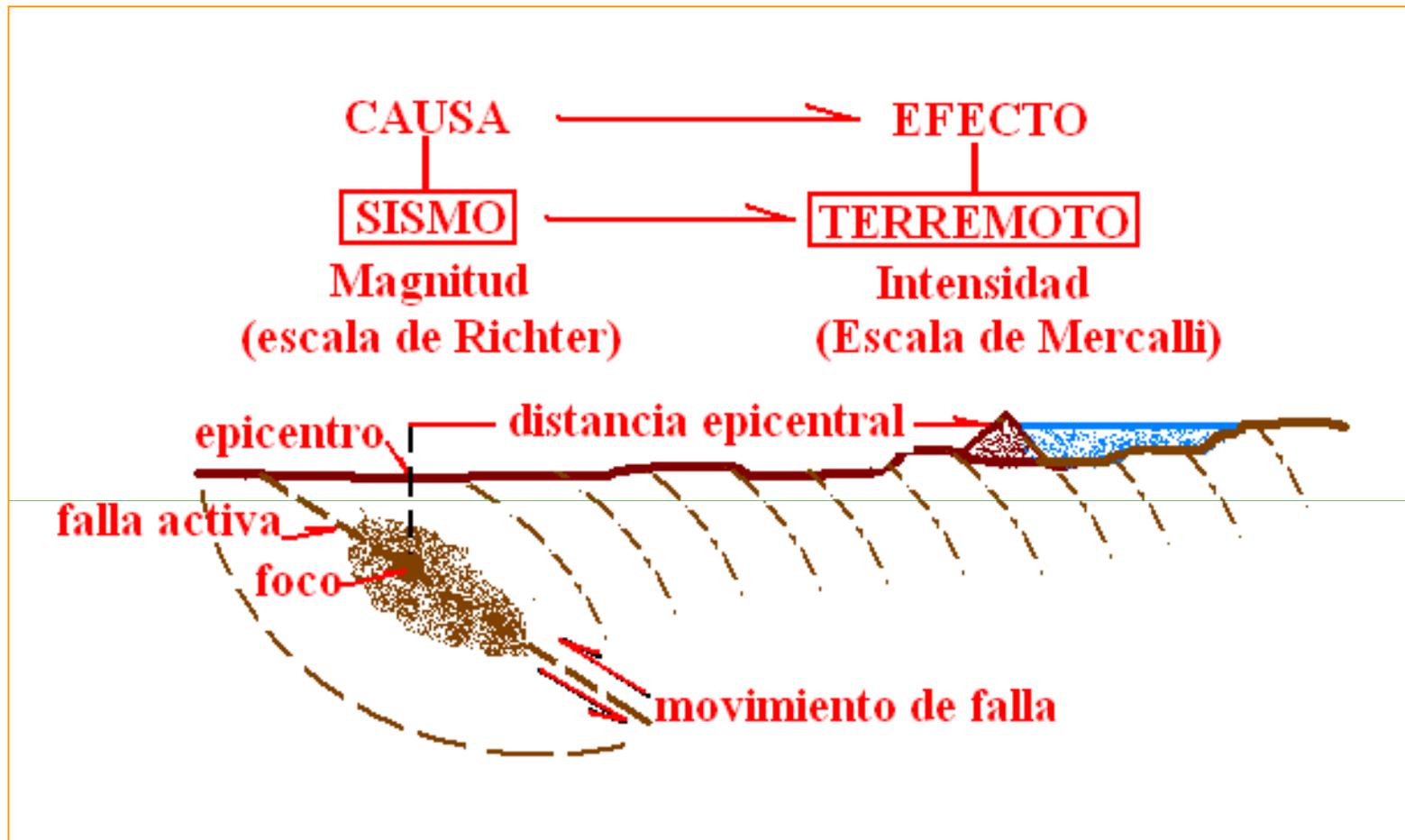
ESTE PROCESO GEOFISICO SE DESARROLLA EN FORMA SEMEJANTE DESDE HACE ALGUNOS MILLONES DE AÑOS CON UNIDAD DE SEMEJANZA CERCANA AL MILLON DE AÑOS

TECTONICA DE PLACAS



CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

SISMO Y TERREMOTO



**DONDE HUBIERE TEMBLADO, CONTINUARA TEMBLANDO
PLINIO EL VIEJO (naturalista romano, siglo I de nuestra era)**

**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

SISMOS – MAGNITUD - ENERGIA

$$\text{MOMENTO SISMICO} = M_0 = \mu A \delta$$

$$\text{MAGNITUD MOMENTO} = M_w = (\log M_0)/1,5 - 10,73$$

$$\text{ENERGIA} = E : \log E = 1,5 M_w + 11,8$$

$$2^{\text{n}} \text{ Energía [Mw(s)]} = \text{Energía [Mw(s+0,2n)]}$$

SAN JUAN (CAUCETE) -23 Nov. 1977 - Mw=7,4

CATAMARCA -7-Set. 2004 - Mw=6,5

$$0,044 \text{ Energía [Mw(1977; 7,4)]} = \text{Energía [Mw(2004; 6,5)]}$$

CHINA(Wenchuan) -12-Mayo 2008 - Mw=7,9

$$5,66 \text{ Energía [Mw(1977; 7,4)]} = \text{Energía [Mw(2008; 7,9)]}$$

CHILE (MAULE) -27 Feb. 2010 - Mw=8,8

$$128 \text{ Energía [Mw(1977; 7,4)]} = \text{Energía [Mw(2010; 8,8)]}$$

JAPON (TOHOKU) -11 Marzo 2011 - Mw=9,0

$$256 \text{ Energía [Mw(1977; 7,4)]} = \text{Energía [Mw(2011; 9,0)]}$$

TERREMOTO – INTENSIDAD SISMICA - ESCALA

EVALUA LOS EFECTOS DEL MOVIMIENTO SOBRE LAS PERSONAS, CONSTRUCCIONES Y TERRENO DE UN LUGAR.

ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA (IMM)

MIDE LA INTENSIDAD SISMICA MEDIANTE LA COMPARACION CON EFECTOS CORRELATIVOS

EFFECTO	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
MOVIMIENTO	---	LEVE	MODERADO	PREOCUPANTE	FUERTE	MUY FUERTE	VIOLENTO	VIOLENTISIMO	ATERRADOR
DAÑOS	SIN	SIN	SIN	ESCASOS	LEVES	MEDIANOS	IMPORTANTES	GRAVES	MUY GRAVES



SISMOSCOPIO TIPO WILMOT

ESCALA DE INTENSIDAD SISMICA Y ACELERACIONES MAXIMAS

MERCALLI MODIFICADA	VI	VII	VIII	IX	X+
U.S.G.S.	9	18	34	65	124
	%g				

ESCALA DE INTENSIDAD SISMICA Y VELOCIDADES MAXIMAS

MERCALLI MODIFICADA	VI	VII	VIII	IX	X+
U.S.G.S.	8	16	31	60	116
	cm/seg				

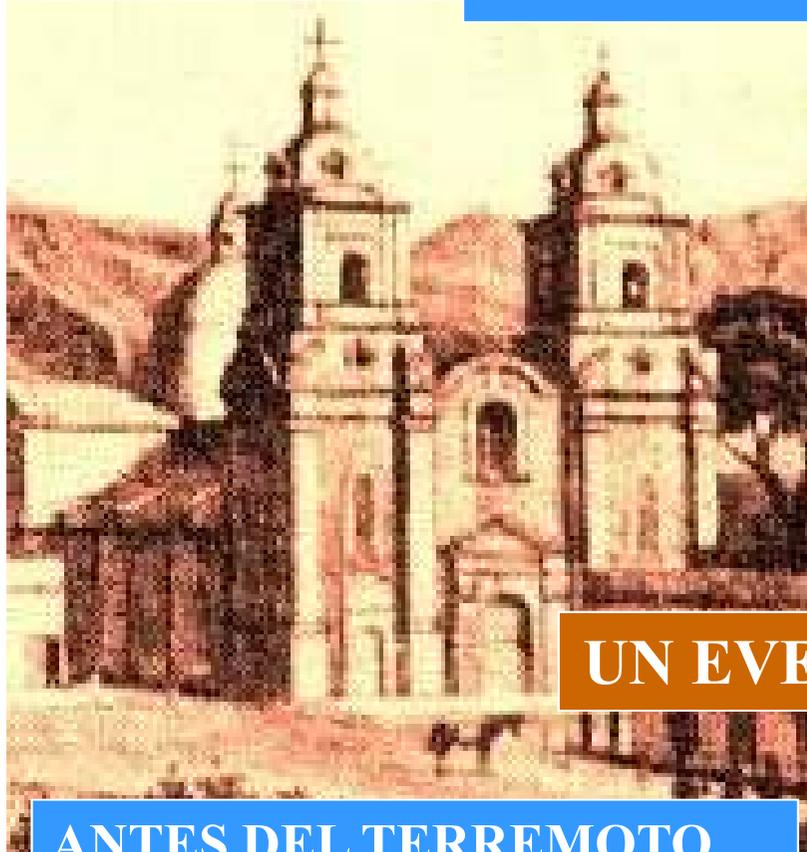
ESCALA DE INTENSIDAD SISMICA Y SISMOSCOPIO WILMOT

MERCALLI MODIFICADA	VI	VII	VIII	IX	X+
SISMOSCOPIO I.D.I.A. (0,7seg,10%A)	5,6	10,5	21	42	84
	Sa %g				

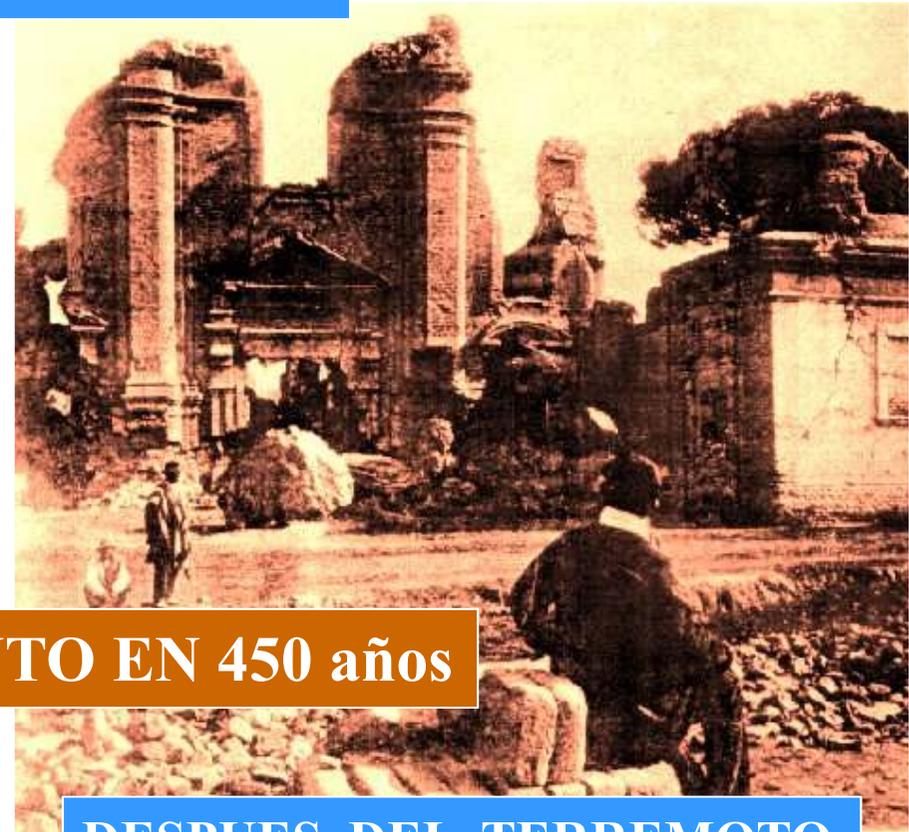
CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

**SISMO del 20 de marzo de 1861 – M=7,2 DESTRUCCION
TOTAL DE MENDOZA , IMM = IX a X
MAS DEL 30% DE SU POBLACION PERECIO**

IGLESIA SAN FRANCISCO



ANTES DEL TERREMOTO



DESPUES DEL TERREMOTO

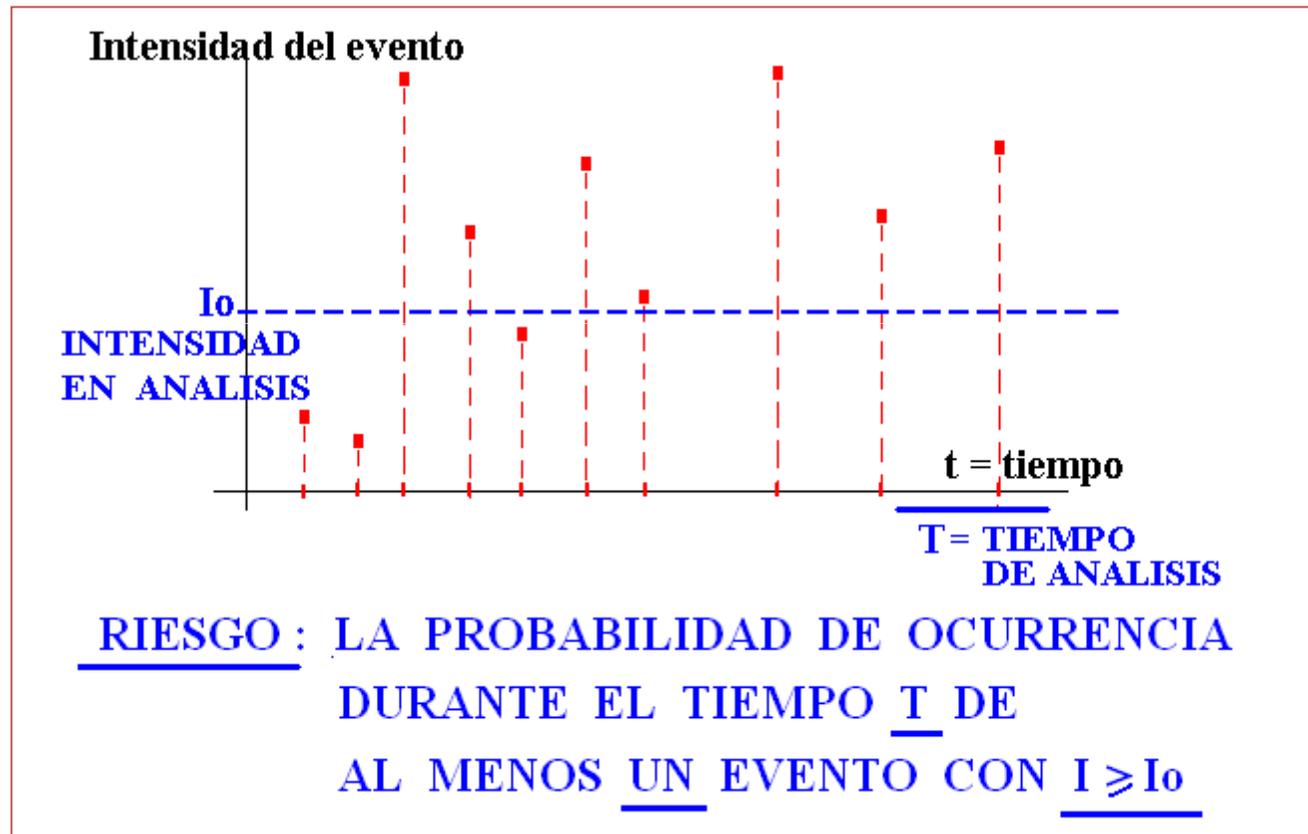
UN EVENTO EN 450 años

PARTICULARIDADES DE LA ACCION SISMICA

AUNQUE SU FECHA DE OCURRENCIA Y SU INTENSIDAD SON IMPREDECIBLES, LA HISTORIA MUESTRA QUE SE REPITEN TRAS CENTURIAS O MILENIOS EN SECUENCIAS CUYAS AMPLITUDES Y ENTRETIEMPOS SON BASTANTE CAOTICOS.

EN CONSECUENCIA, LA ACCION SISMICA QUE PUDIERE AFECTAR A UNA CONSTRUCCION SERA CONSIDERADA EN TERMINOS PROBABILISTICOS COMO LA AMENAZA SISMICA

LA AMENAZA SÍSMICA CONSIDERACION PROBABILISTICA DE LA EVOLUCION DE LAS INTENSIDADES CONOCIDAS



LA AMENAZA SÍSMICA CONSIDERACION PROBABILISTICA DE LA EVOLUCION DE LAS INTENSIDADES CONOCIDAS

Si la secuencia de los eventos con $I \geq I_0$ se desarrolla de acuerdo a PROCESO DE POISSON con \underline{r} eventos promedio en la unidad de tiempo : tiempo medio de ocurrencia $T_m = 1/r$

la probabilidad de ocurrencia de \underline{n} eventos en \underline{T} es:

$$P(n,T) = \frac{e^{-(T/T_m)} (T/T_m)^n}{n!}$$

La probabilidad de ocurrencia de ningún evento en T es:

$$P(0,T) = e^{-(T/T_m)}$$

RIESGO = La probabilidad de ocurrencia de al menos 1 evento en T es:

$$\text{RIESGO} = P(\geq 1, T) = 1 - P(0, T) = 1 - e^{-(T/T_m)}$$

$$\text{Si } T < 0,2T_m : \text{RIESGO} = P(\geq 1, T) \cong T/T_m$$

$$\text{tiempo medio de ocurrencia} = T_m \cong T / \text{RIESGO}$$

LA AMENAZA SÍSMICA CONSIDERACION PROBABILISTICA DE LA EVOLUCION DE LAS INTENSIDADES CONOCIDAS

$$\text{Si } T < 0,2T_m : \text{ RIESGO} = P(\geq 1, T) \cong T/T_m$$

$$\text{tiempo medio de ocurrencia} = T_m \cong T/\text{RIESGO}$$

Ej: Si $T = 50$ años , $\text{RIESGO} = 0,1$, se requiere: $T_m = 500$ años

$T = 100$ años, $\text{RIESGO} = 0,02$, se require: $T_m = 5000$ años

Para estos valores milenarios de T_m es necesario conocer
para el emplazamiento de la Presa la secuencia e Intensidad
de la ocurrencia de los eventos durante uno o varios pentamilenios

INAPLICABLE !!!

LA AMENAZA SÍSMICA CONSIDERACION PROBABILISTICA DE LA ESTIMACION DE LA EVOLUCION DE LAS INTENSIDADES OCURRIDAS

SE REQUIERE DEL CONOCIMIENTO DE:

- ANTECEDENTES SISMICOS HISTORICOS Y PALEOSISMOLOGICOS**
- INFORMACION SISMICA INSTRUMENTAL**
- ESTUDIOS GEOLOGICOS Y TECTONICOS**

LA AMENAZA SÍSMICA CONSIDERACION PROBABILISTICA DE LA ESTIMACION DE LA EVOLUCION DE LAS INTENSIDADES OCURRIDAS

**CON LA INFORMACION DISPONIBLE Y EL
ANALISIS DE SU INTERRELACION ES POSIBLE
ASUMIR:**

- La distribución espacial de las fuentes sismogénicas en el área circundante**
- La distribución media temporal de los sismos según su magnitud en el área circundante**
- La atenuación de los efectos en superficie según la ubicación del sismo y su magnitud**

LA AMENAZA SÍSMICA CONSIDERACION PROBABILISTICA DE LA ESTIMACION DE LA EVOLUCION DE LAS INTENSIDADES OCURRIDAS

ACTIVIDAD SISMICA EN LA FUENTE SISMOGENICA

DISTRIBUCION MEDIA TEMPORAL

$$\log N = A - B * M - C * (M / M_{ss})^n \quad (\text{Ley de Gutenberg-Richter})$$

N = frecuencia media anual ; M = magnitud del sismo

A, B, C, M_{ss}, n : Constantes de la fuente sismogénica

V = Volumen de Corteza de la Fuente Sismogénica FS

D_s = Actividad sísmica en volumen unitario de corteza

$$D_s = f(\text{Latitud, Longitud, profundidad}) ; N = \int_V D_s * dV$$

LA AMENAZA SÍSMICA CONSIDERACION PROBABILISTICA DE LA ESTIMACION DE LA EVOLUCION DE LAS INTENSIDADES OCURRIDAS

EFECTO EN UBICACION U CON DISTANCIA EPICENTRAL D_i

VC = VARIABLE CINEMATICA DEL EVENTO EN U

$NE(VC_o, U)$ = Cantidad de Eventos en U con $VC \geq VC_o$

$$NE(VC_o, U) = \int_M \int_V e(M, D_i) * D_s * dV * dM$$

$e(M, D_i)$ = función incidencia de M en U
=1 si $VC \geq VC_o$
=0 si $VC < VC_o$

TIEMPO MEDIO DE OCURRENCIA EN U
DE EVENTOS CON $VC \geq VC_o$
POR EFECTO DE LA FUENTE SISMOGENICA FS

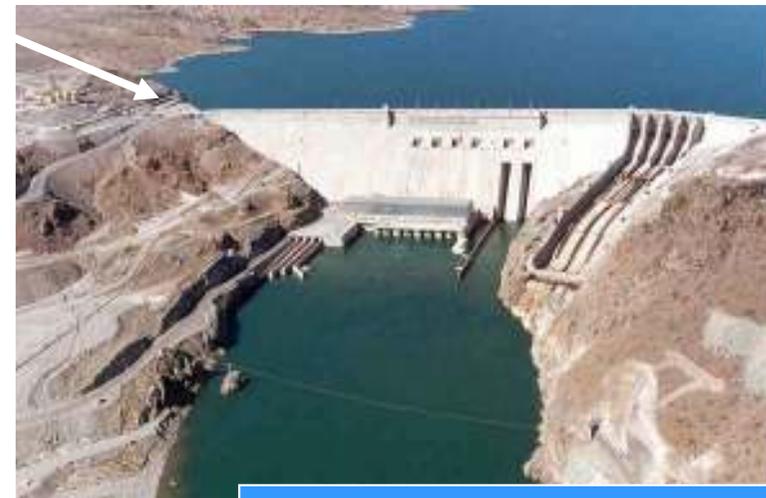
$$TM(VC_o, U) = 1 / NE(VC_o, U)$$

LA AMENAZA SÍSMICA CONSIDERACION PROBABILISTICA DE LA ESTIMACION DE LA EVOLUCION DE LAS INTENSIDADES OCURRIDAS

**CON EL PROCESAMIENTO NUMERICO SE
OBTIENEN:**

- **Tiempos medios de ocurrencia de variables cinemáticas del movimiento sísmico en el Emplazamiento en estudio.**

GRANDES PRESAS DE LA REGION DEL RIO LIMAY

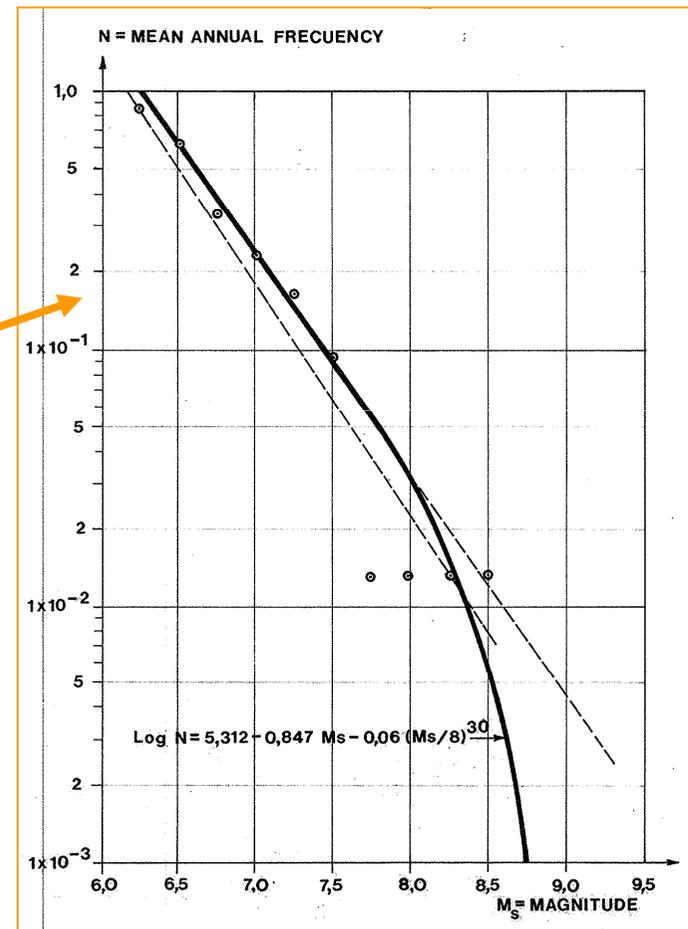


CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA DISTRIBUCION DE EVENTOS SEGÚN MAGNITUD LEY DE GUTENBERG-RICHTER



ESTUDIO DE 1985



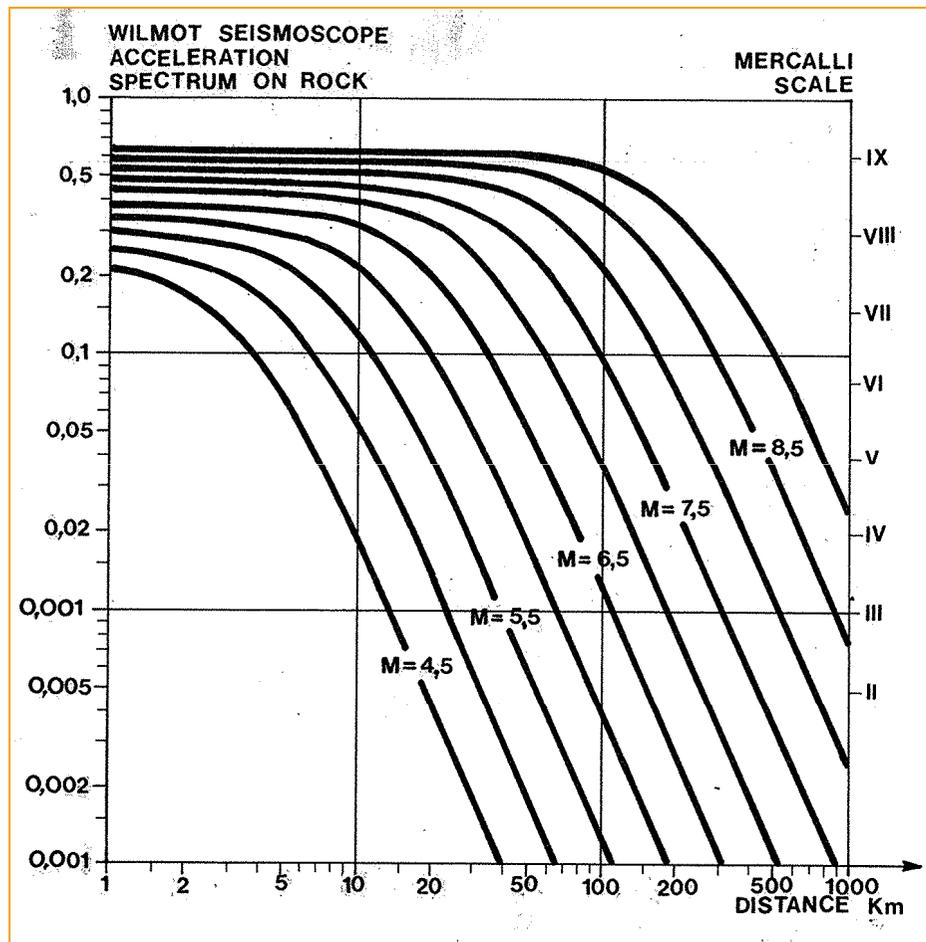
CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA EFECTO EN EL SISMOSCOPIO TIPO WILMOT (T=0,7seg, AM=10%) ATENUACION CON LA DISTANCIA, ROCA



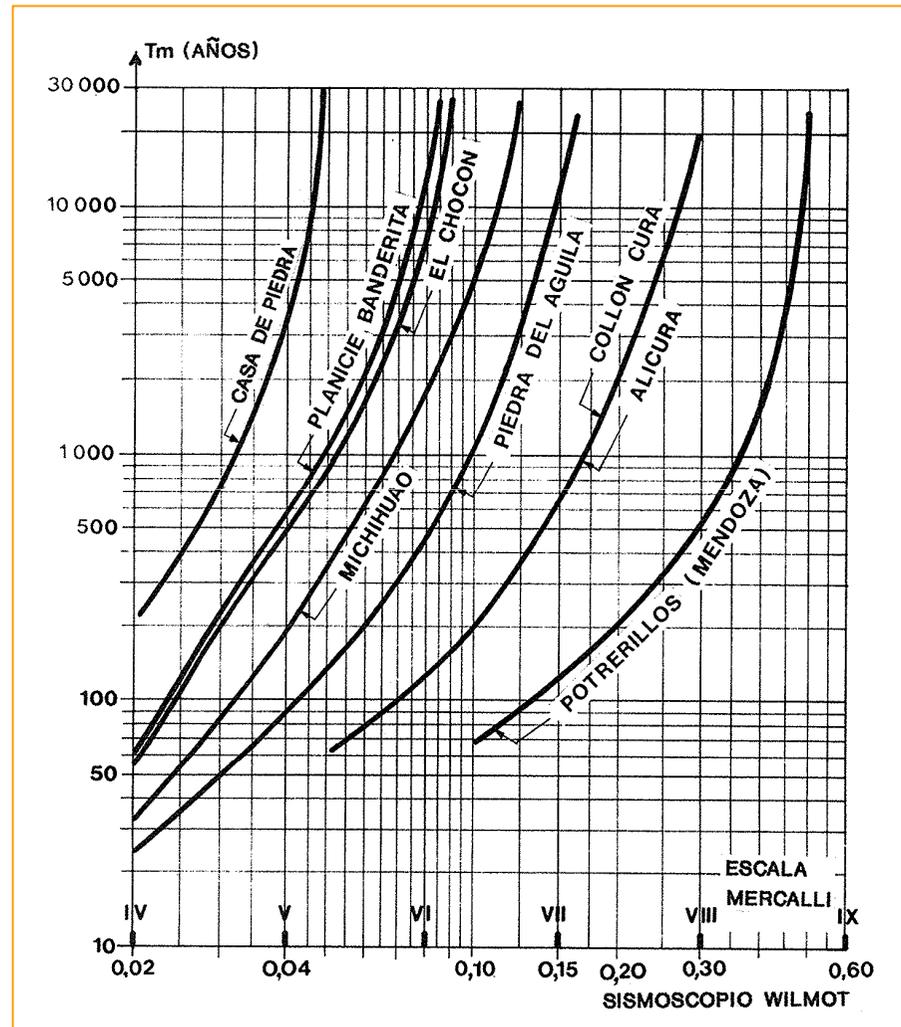
SISMOSCOPIO TIPO WILMOT

<u>IMM</u>	<u>SA(SisW)</u>
VI	0,08g
VII	0,15g
VIII	0,30g
IX	0,60g
X	1,20g



ESTUDIO DE 1985

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA RIO LIMAY TIEMPOS MEDIOS DE OCURRENCIA - ROCA



ESTUDIO DE 1985

CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

TERREMOTO DE SEGURIDAD SISMORRESISTENTE PARA LAS PRESAS

**EVENTO SISMICO DE MUY BAJA
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA QUE,
EN LA EVENTUALIDAD DE OCURRIR,
SE ADMITE QUE EN LA PRESA SE
PRODUZCAN DEFORMACIONES
RESIDUALES IMPORTANTES
QUE HASTA PODRIAN REQUERIR EL
DESEMBALSE RAPIDO, PERO NO SE DEBE
GENERAR NI COLAPSO DE LA PRESA NI
ACCIDENTE HIDRAULICO INCONTROLABLE.**

TERREMOTO DE OPERACIÓN NORMAL SISMORRESISTENTE PARA LAS PRESAS

**EVENTO SISMICO DE BAJA
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA QUE,
EN LA EVENTUALIDAD DE OCURRIR,
EN LA PRESA NO DEBE GENERAR
DAÑOS QUE AFECTEN A SU
OPERACIÓN NORMAL**

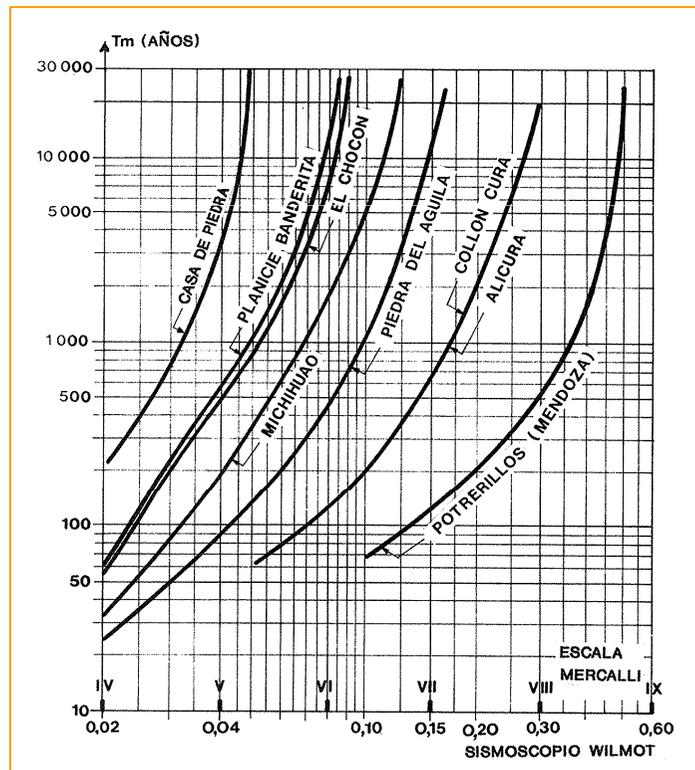
TERREMOTOS DE OPERACIÓN NORMAL Y DE SEGURIDAD SISMORRESISTENTE PARA LAS PRESAS

Si $T < 0,2T_m$: $\text{RIESGO} = P(\geq 1, T) \cong T/T_m$

tiempo medio de ocurrencia = $T_m \cong T/\text{RIESGO}$

Ej: Si $T = 50$ años , $\text{RIESGO} = 0,1$, se requiere: $T_m = 500$ años

$T = 100$ años , $\text{RIESGO} = 0,02$, se requiere: $T_m = 5000$ años



T_m = TIEMPO MEDIO DE OCURRENCIA

a) TERREMOTO DE OPERACIÓN NORMAL

T_m : 100 a 500 años

b) TERREMOTO DE SEGURIDAD

T_m : 2000 a 5000 años

CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS

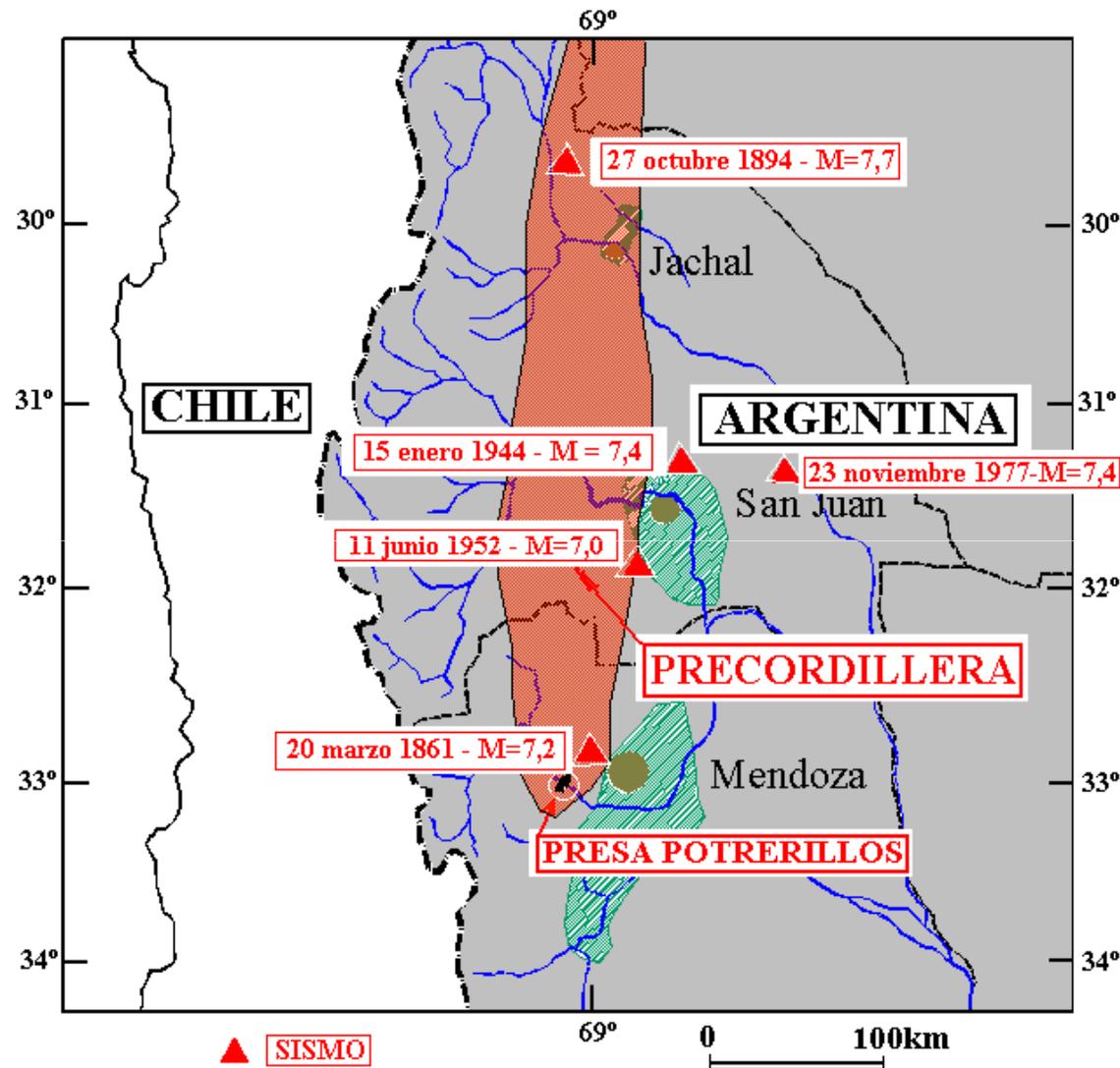
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

EVALUACIÓN DETERMINISTICA DE LA AMENAZA SÍSMICA

EL TERREMOTO MAXIMO CREIBLE EVALUACION DE SU INTENSIDAD

**ES LA MAYOR INTENSIDAD SISMICA EN LA UBICACION
CAUSADA POR UN POSIBLE SISMO DE LA MAYOR
MAGNITUD COMPATIBLE CON LA INTERRELACION DE
LOS ASPECTOS SISMICOS Y TECTONICOS DE LAS
PROVINCIAS SISMOTECTONICAS.**

ACTIVIDAD SISMICA EN LA PRECORDILLERA



PRESAS

- * CUESTA DEL VIENTO
- * ULLUM
- * POTRERILLOS
- * CARACOLES

EL TERREMOTO MAXIMO CREIBLE EN LA PRECORDILLERA

POR :

- * LA UBICACIÓN DE LA ACTIVIDAD SISMICA
- * LOS ANTECEDENTES SISMICOS HISTORICOS
- * LA GEOLOGIA Y LA NEOTECTONICA

SE ADOPTA:

MOVIMIENTO EN AREA EPICENTRAL POR
EFECTO DE SISMO CORTICAL CON $M_w = 7,7$

ESTUDIO DE 1998

PRESA POTRERILLOS - Río Mendoza



GRAVAS COMPACTADAS CON PANTALLA DE HORMIGON ARMADO

ALTURA 110m - CORONAMIENTO RECTO DE 450M

TALUDES: aguas arriba 1V:1,5H, aguas abajo : 1V:1,8H

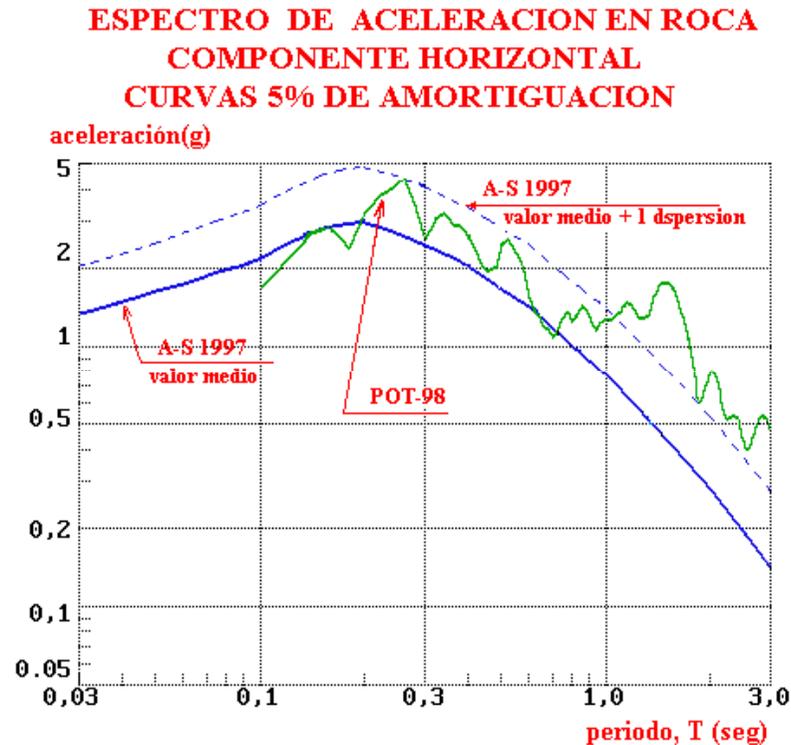
CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS

Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

PRESA POTRERILLOS (Río Mendoza)

TERREMOTO DE SEGURIDAD SISMORRESISTENTE

CURVA 5% DEL ESPECTRO DE RESPUESTA

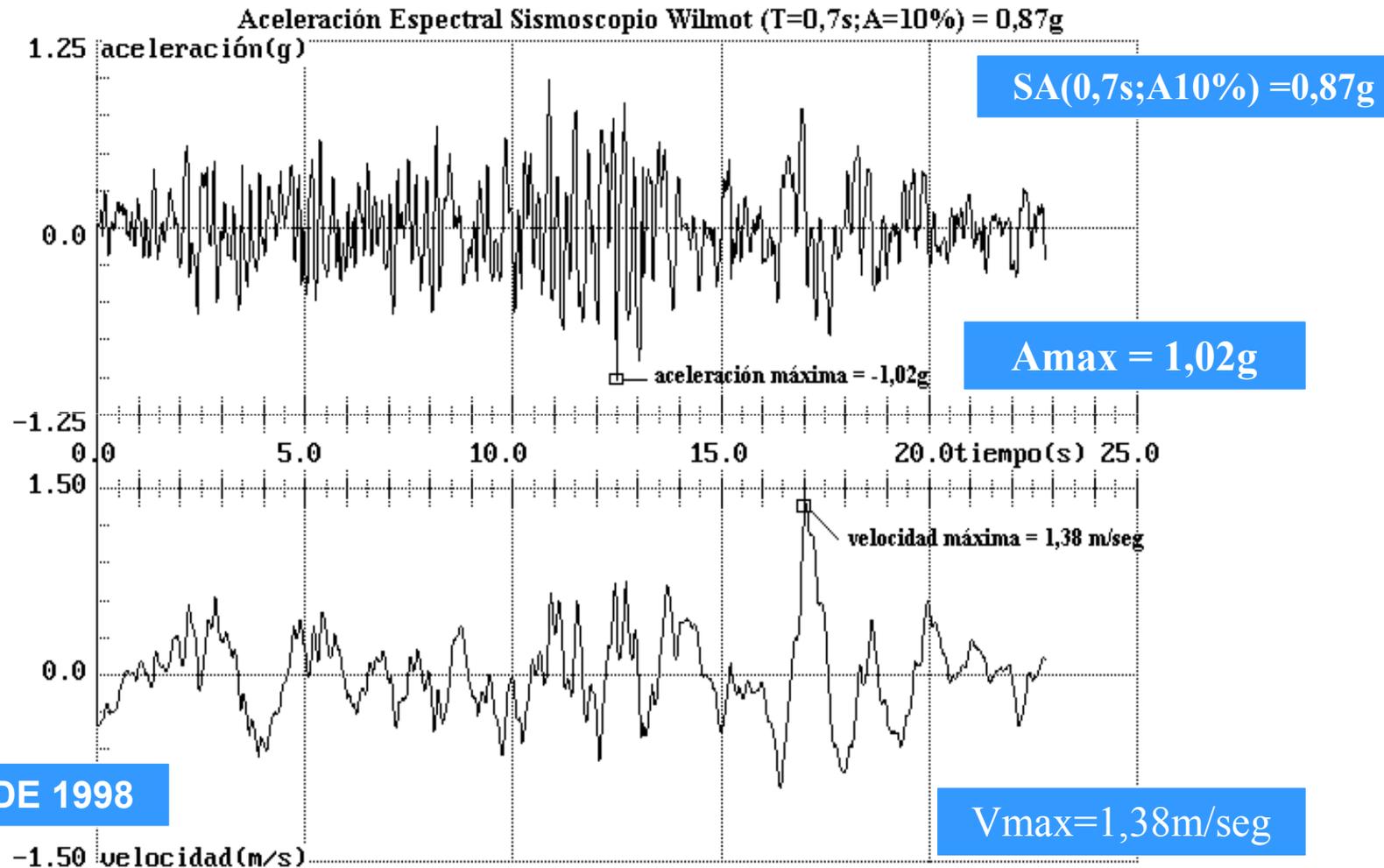


A-S 1997 = RELACION EMPIRICA DE ABRAHAMSON-SILVA 1997
 $M_w=7,7$; $D_rup = 5\text{km}$; falla inversa

POT-98 = ACELEROGRAMA POTRERILLOS 98

ESTUDIO DE 1998

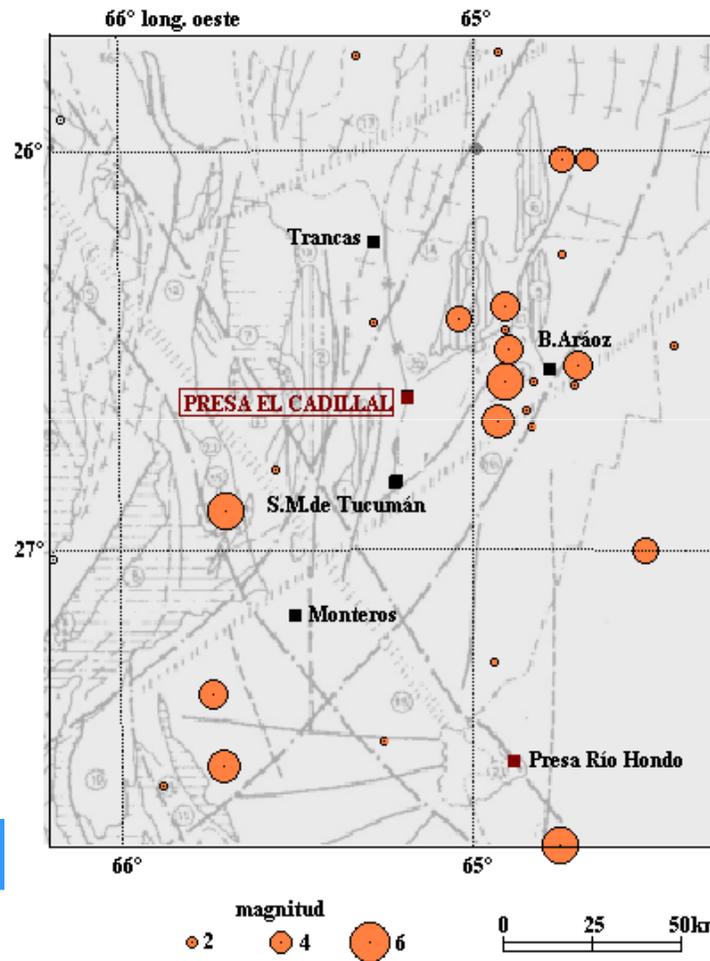
TERREMOTO DE SEGURIDAD POTRERILLOS98 COMPONENTE HORIZONTAL



PRESA EL CADILLAL

ACTIVIDAD SISMICA CERCANA 1970-1998

PROFUNDIDAD DE FOCOS MENOR A 70km

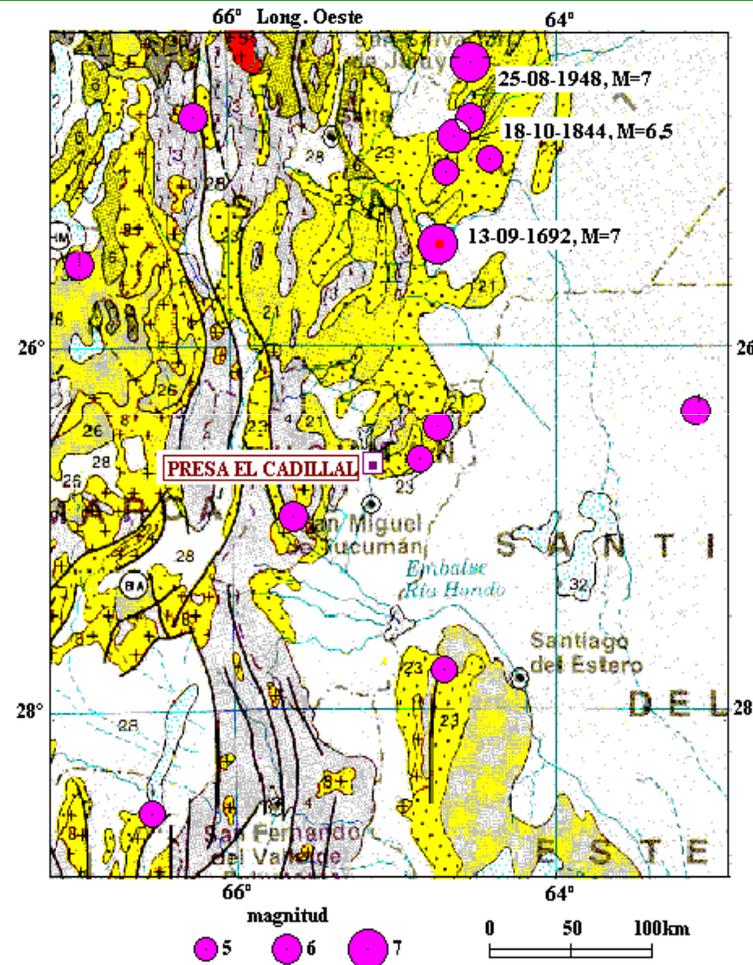


ESQUEMA SIMOTECTONICO
DE TUCUMAN (SUAYTER 1994)

ESTUDIO DE 2000

CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

**PRESA EL CADILLAL
ACTIVIDAD SISMICA REGIONAL 1922-1998
PROFUNDIDAD DE FOCOS MENOR A 70km
SISMOS HISTORICOS CON M \geq 6,5**



MAPA GEOLOGICO
DE LA ARGENTINA
SERVICIO GEOLOGICO 1996

ESTUDIO DE 2000

CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

EL TERREMOTO MAXIMO CREIBLE EN LA PRESA EL CADILLAL

POR :

- * LA UBICACIÓN DE LA ACTIVIDAD SISMICA**
- * LOS ANTECEDENTES SISMICOS HISTORICOS**
- * LA GEOLOGIA Y LA NEOTECTONICA**

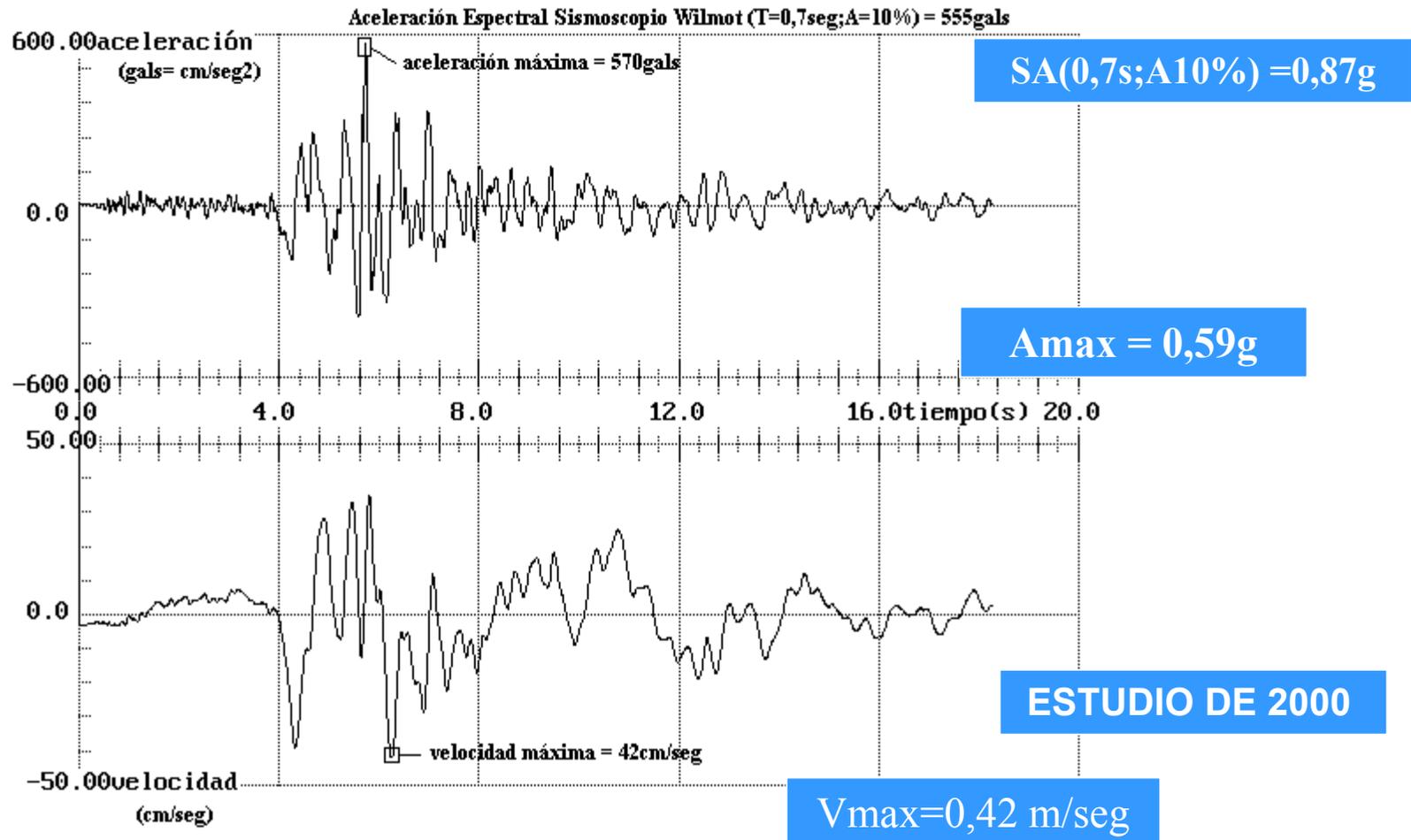
SE ADOPTA:

**MOVIMIENTO EN AREA EPICENTRAL POR
EFECTO DE SISMO CORTICAL CON $M_w = 7,0$**

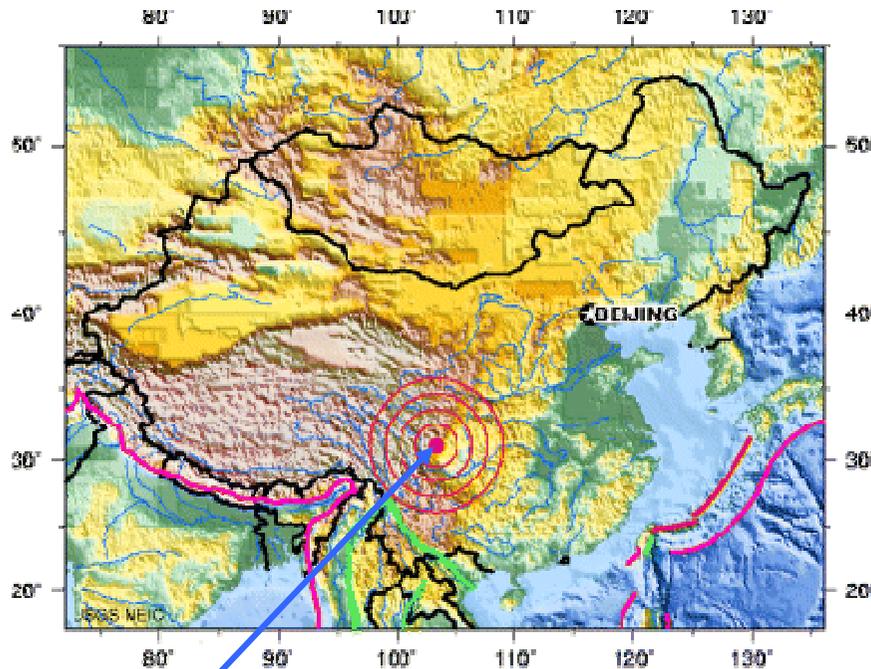
ESTUDIO DE 2000

**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

TERREMOTO DE SEGURIDAD PRESA EL CADILLAL COMPONENTE HORIZONTAL



SISMO DE CHINA 12-MAYO-2008 – Mw=7,9



RUPTURA DE 300 Km

**FALLAS DE
LONGMENSAN**

**RECHAZO MAX. DE
FALLA INVERSA =6m**

**69.000 muertos
18.000 desaparecidos
(USGS)**

Epicentro USGS

**PRESA ZIPINGPU
A 17 km epicentro**



**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

SISMO DE CHINA 12-MAYO-2008 – Mw=7,9

ACELERACIONES Y VELOCIDADES MAXIMAS

ESTACION		EW	NS	V
WOLONG Depi = 19km Dfalla = 19km	ACEL(gal)	957,7	652,9	948,1
	VEL(cm/seg)	51,5	41,7	30,4
QINGPING Depi = 88km Dfalla = 10km	ACEL(gal)	824,1	802,7	622,9
	VEL(cm/seg)	133	65	40

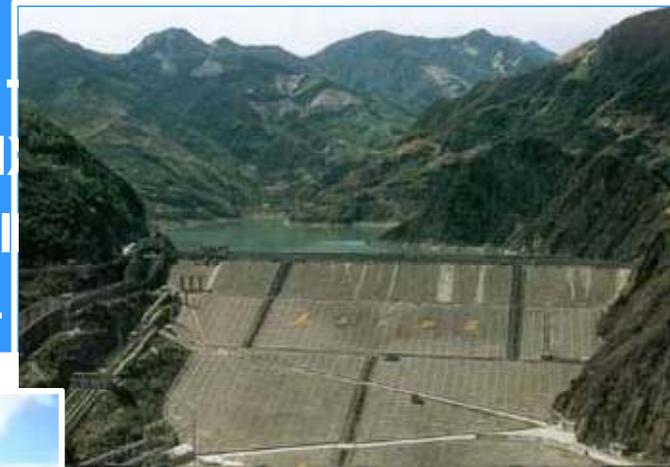
ESCALAS DE INTENSIDAD SISMICA Y ACELERACIONES MAXIMAS

	50	90	178	354	708	gal	
NORMAS CHINAS	VI	VII	VIII	IX	≥ X		
MERCALLI MODIFICADA	VI	VII	VIII	IX	X+		
U.S.G.S.	9	18	34	65	124	%g	

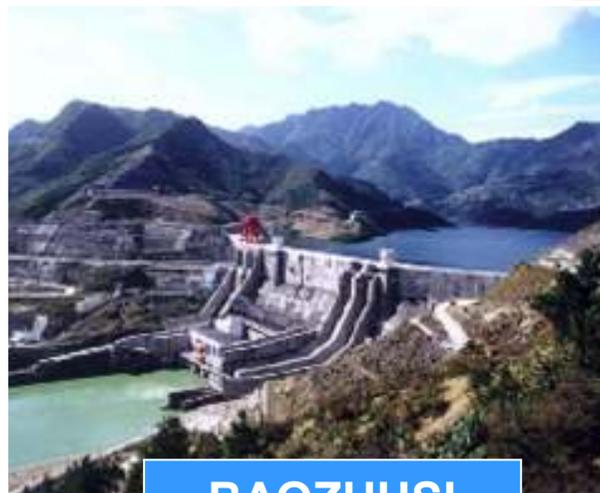
SISMO DE CHINA 12-MAYO-2008 – Mw=7,9
GRANDES PRESAS EN EL AREA DE MAYOR INTENSIDAD SISMICA

Información extraída del Informe de CHEN HOUQUN (14WCEE)

ZIPINGPU – CFRD- 156m - (2006) - IX
SHAPAI – RCC-arco- 130m – (2006) – I
BAOZHUSI- gravedad – 132m- VII a VIII
BIKOU- enrocado con núcleo arcilla –



SHAPAI



BAOZHUSI

BIKOU

PRESA ZIPINGPU (2005) - SICHUAN - CHINA

**sobre el Río Min , 10 km aguas arriba Dujiangyan -
TIPO CFRD – 156 m altura - Embalse : 1.100 Hm³**



VISTA AEREA



VISTA DESDE AGUAS ABAJO

**SISMO DE SICHUAN, CHINA, 12-MAYO-2008 – Mw=7,9 , epicentro a 17km
INTENSIDAD ESTIMADA DEL MOVIMIENTO EN LA PRESA = IX
INTENSIDAD EMPLEADA EN LA VERIFICACION SISMORRESISTENTE = VII**

**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

**PRESA ZIPINGPU –VISTAS EXTRAIDAS DEL INFORME DEL Dr. XU-ZEPING
PERFORMANCE OF ZIPINGPU CFRD DURING THE STRONG EARTHQUAKE
(China Institute of Water Resources and Hydropower Research)**



PARAMENTO DE LA PRESA Y EMBALSE

**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

EFFECTOS DEL SISMO DE CHINA 12-MAYO-2008 – Mw=7,9

PRESA ZIPINGPU –VISTAS EXTRAIDAS DEL INFORME DEL Dr. XU-ZEPING



**DEFORMACION PRESA EN EL CORONAMIENTO
VERTICAL = 85cm ; HORIZONTAL = 20cm**

**INTENSIDAD ESTIMADA DEL MOVIMIENTO EN LA PRESA = IX INTENSIDAD
EMPLEADA EN LA VERIFICACION SISMORRESISTENTE = VII**

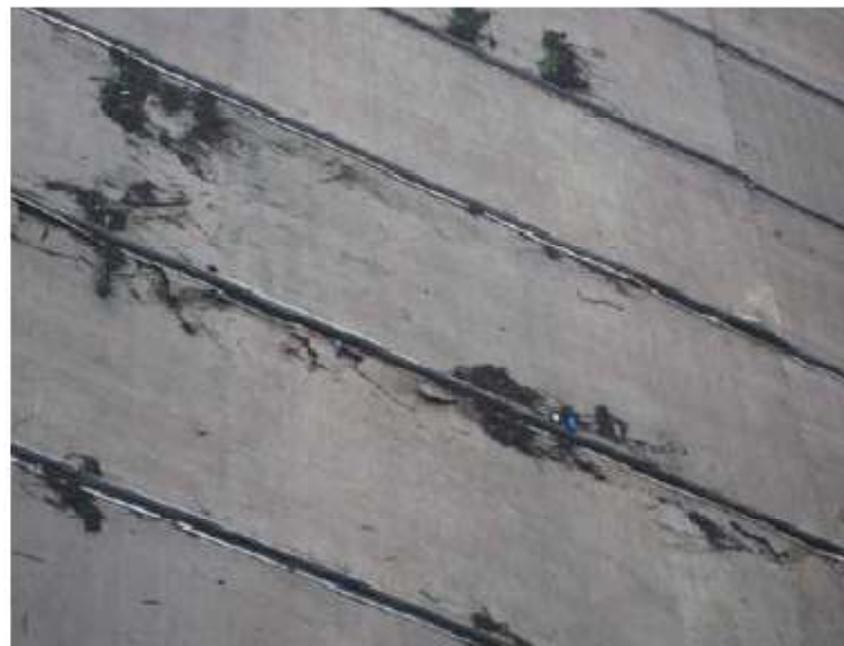
**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

EFFECTOS DEL SISMO DE CHINA 12-MAYO-2008 – $M_w=7,9$

PRESA ZIPINGPU – VISTAS EXTRAIDAS DEL INFORME DEL Dr. XU-ZEPING



**RUPTURA HORIZONTAL
DE LAS LOSAS**



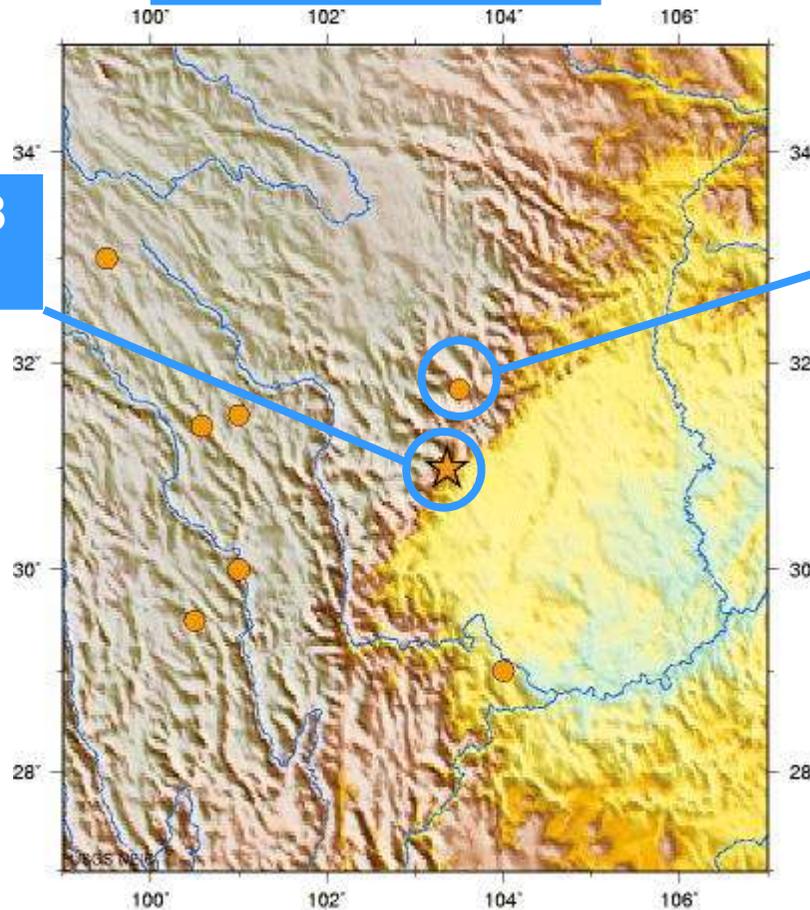
**RUPTURA DE LAS
JUNTAS VERTICALES**

PRESA ZIPINGPU - ANTECEDENTES SISMICOS INSTRUMENTALES

1900-2008, M > 7

SISMO SICHUAN – 2008
M = 7,9

SISMO DIEXI -1933
M = 7,5 (USGS)
>9.300 muertos

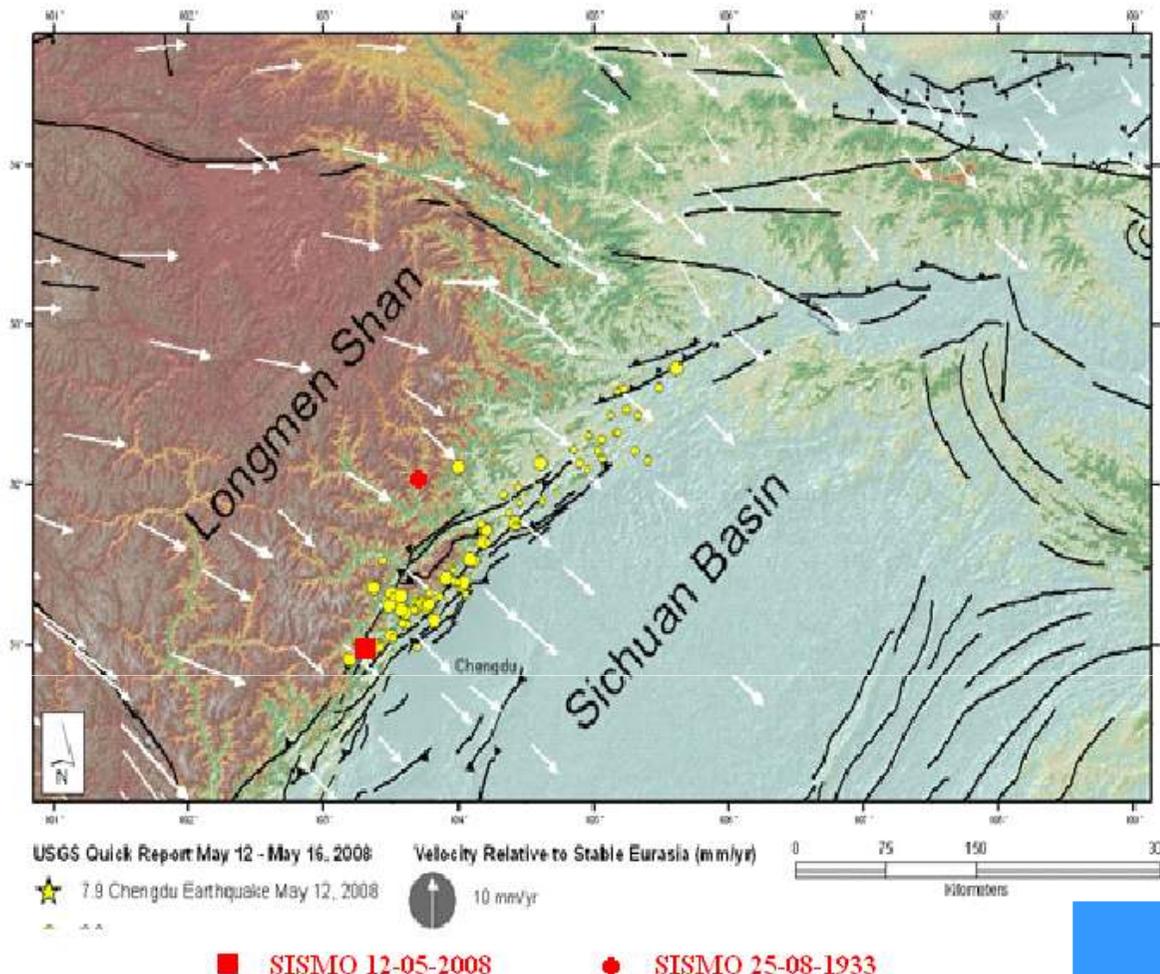


EASTERN SICHUAN, CHINA

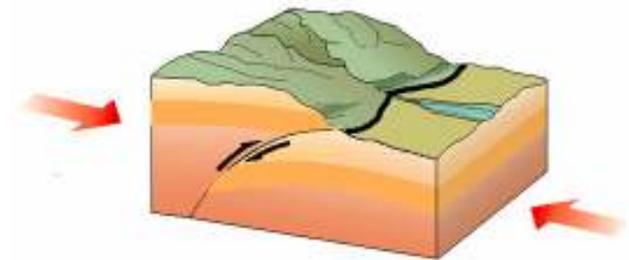
2008 05 12 06:28:01 UTC 30.99N 103.36E Depth: 19.0 km, Magnitude: 7.9

Magnitude 7 and Greater Earthquakes Since 1900

CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011



TECTONICA
REGIONAL

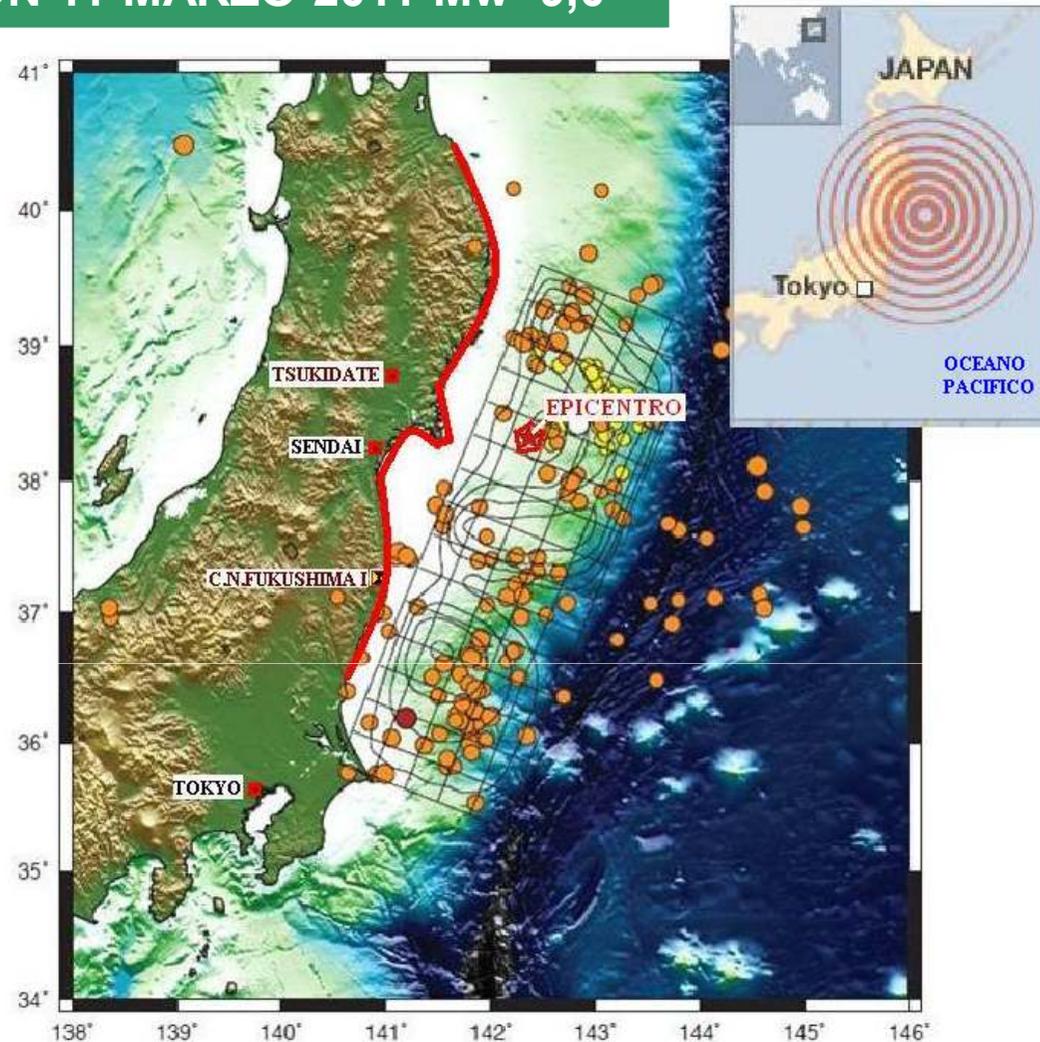


ESTUDIOS DEL CALTECH

ACTIVIDAD NEOTECTONICA FALLAS LONGMENSHAN
 (Deng *et al.* , 1994) DESP. VERTICAL 1 a 2 mm/año
 CONVERGENCIA MESETA TIBET –MACIZO SICHUAN 4 a 6 mm/año

CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
 Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

SISMO DEL JAPON 11-MARZO-2011-Mw=9,0



**EPICENTRO Y RÉPLICAS PRINCIPALES
RUPTURA Y LÍNEAS DE ISODESPLAZAMIENTOS ERI-U.TOKYO
OLAS DEL MAREMOTO CON MAS DE 10M DE ALTURA, (KYOTO UNIVERSITY).**

**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

SISMOS DE MAGNITUD Mw=9 EN LA ULTIMA CENTURIA



マグニチュードは理科年表による

SISMO DEL JAPON 11-MARZO-2011

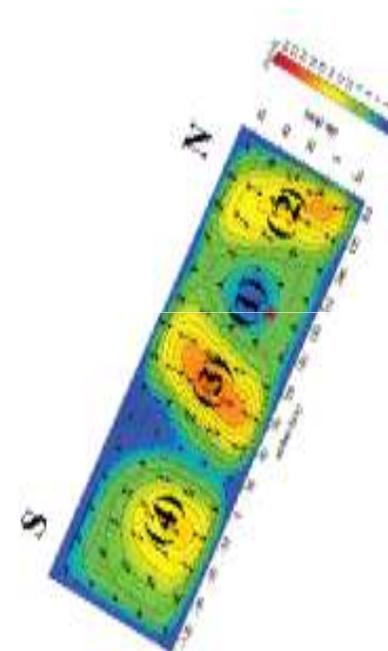
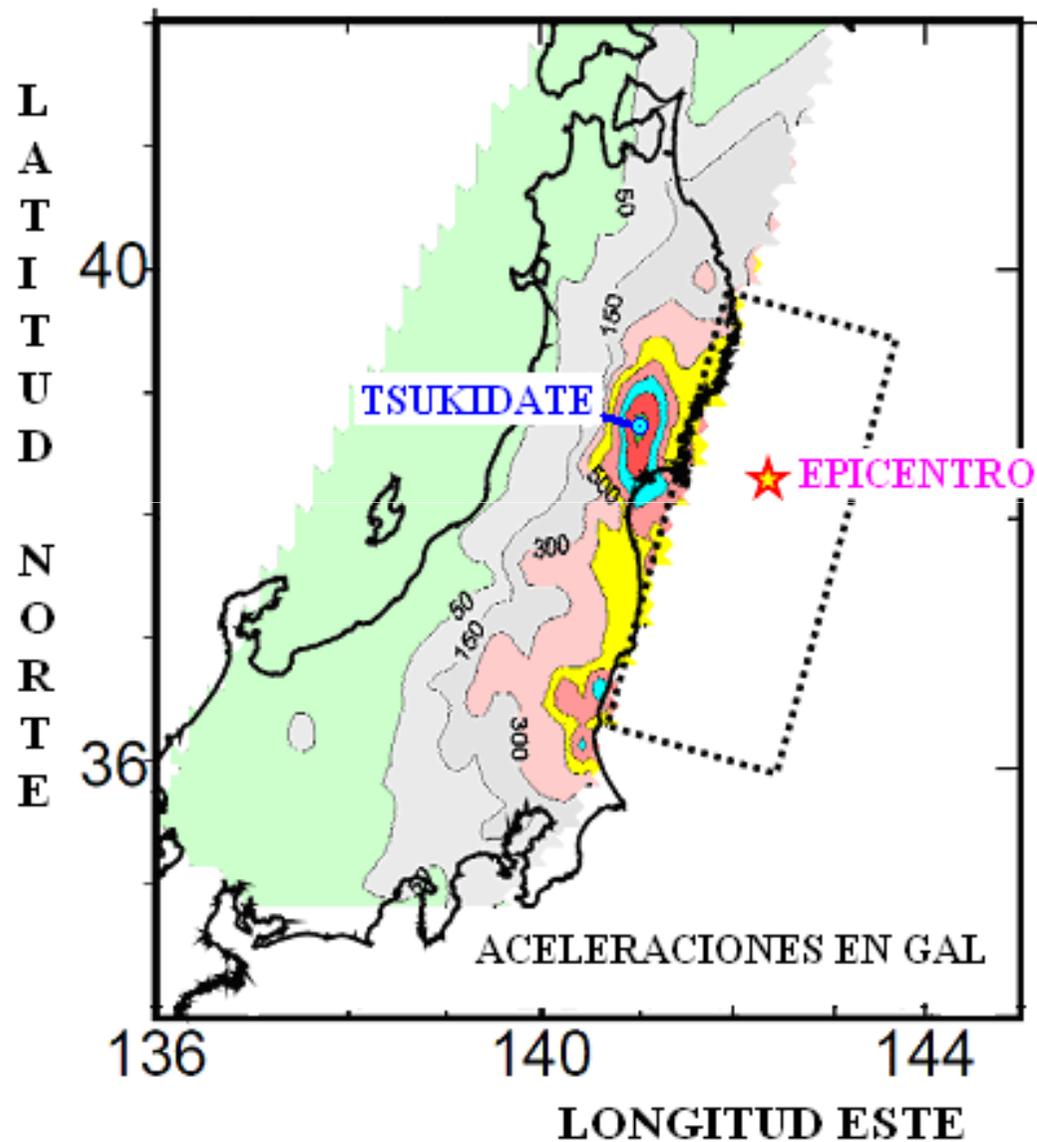


LAS PRIMERAS OLAS DEL MAREMOTO COMIENZAN A SUPERAR A LOS MUROS DE CONTENCIÓN, INUNDANDO A LAS ZONAS COSTERAS. INFORME DE TOKAI UNIVERSITY

**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

SISMO DEL JAPON 11-MARZO-2011

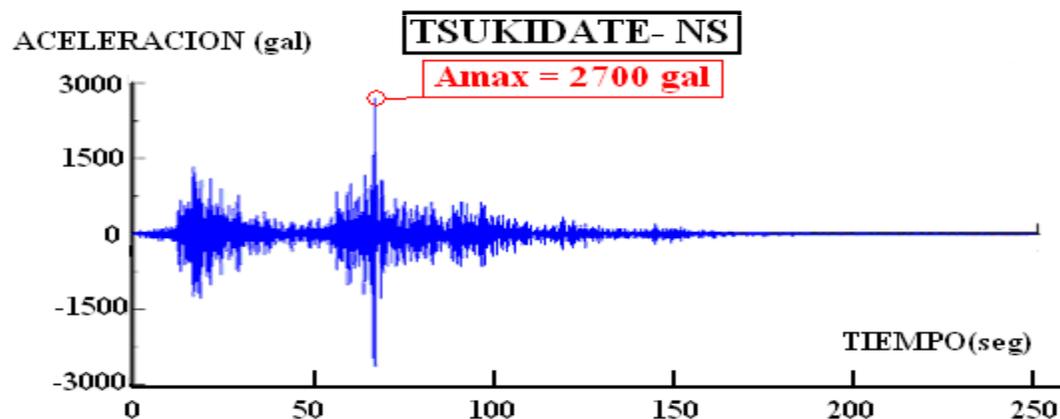
ACELERACIONES MÁXIMAS CAPTADAS POR LA RED K-NET del NIED



SISMO DEL JAPON 11-MARZO-2011

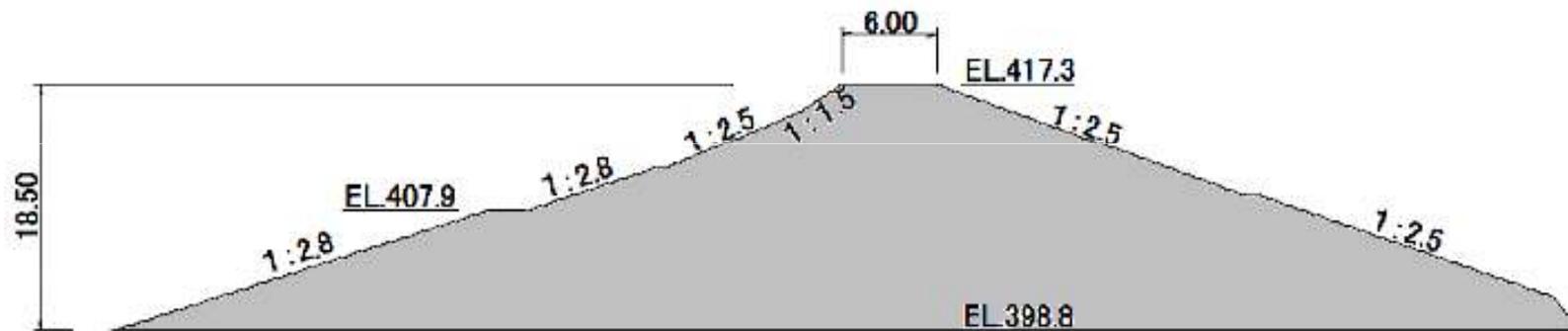
ACELERACIONES MÁXIMAS CAPTADAS POR LA RED K-NET del NIED

ESTACION	UBICACION	N-S	E-W	U-D
MYG004	TSUKIDATE	2700	1268	1880
MYG012	SHIOGAMA	758	1969	501
IBR003	HITACHI	1598	1186	1166
MYG013	SENDAI	1517	982	290
IBR013	HOKOTA	1355	1070	811
TCG014	MOTEGI	711	1205	494



ESTANQUE PARA IRRIGACION FUJINUMA-IFE

TERRAPLÉN DE CIERRE



CAPACIDAD 1,5 Hm³ – UBICADO A 75km DE LA COSTA

EFFECTO DEL SISMO DEL 11-MARZO-2011

COLAPSO DEL TERRAPLÉN DE CIERRE FUJINUMA-IKE



VISTA DE LA ROTURA DESDE AGUAS ARRIBA

**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

EFECTO DEL SISMO DEL 11-MARZO-2011

TERRAPLÉN AUXILIAR DEL CIERRE FUJINUMA-IKE

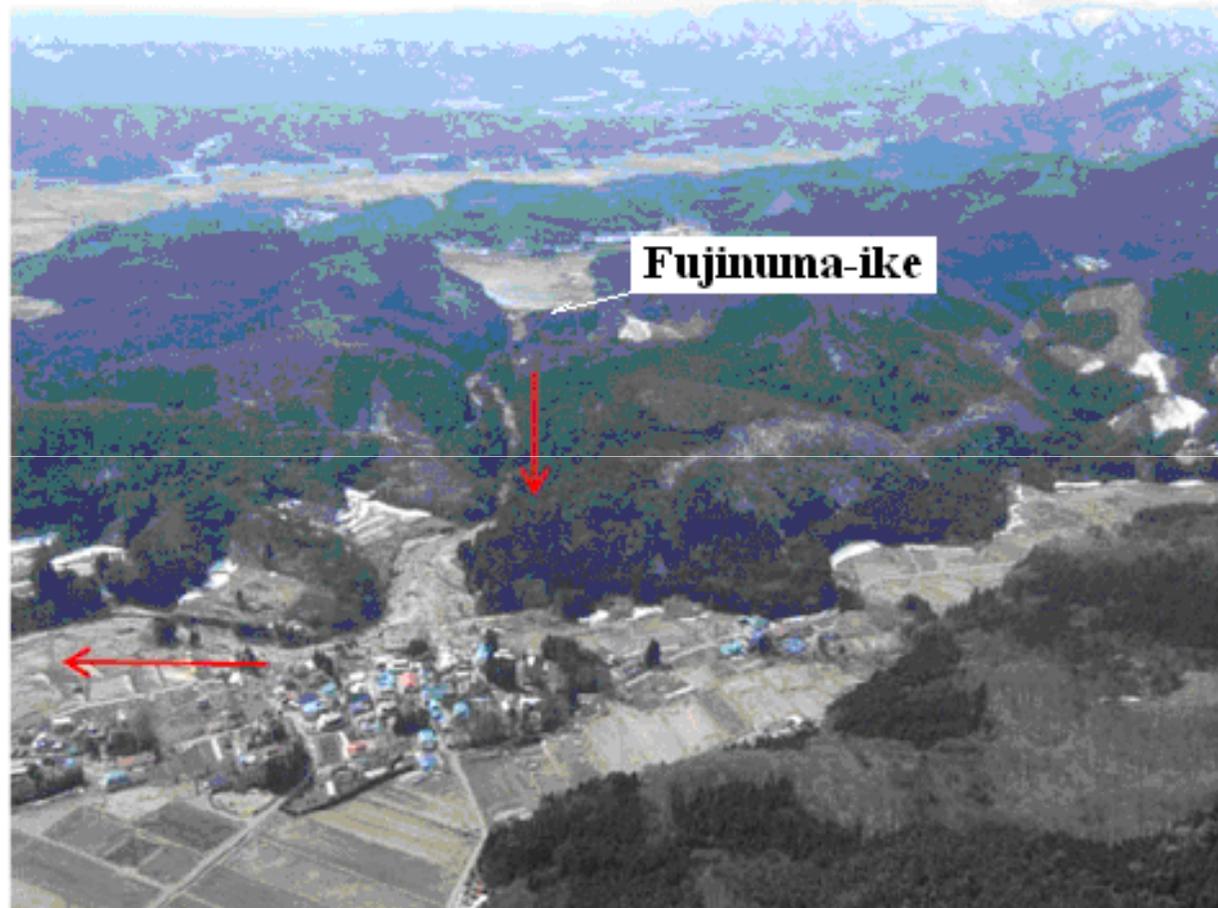


VISTA DEL DESLIZAMIENTO DEL TALUD DE AGUAS ARRIBA

**CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011**

EFECTO DEL SISMO DEL 11-MARZO-2011

COLAPSO DEL TERRAPLÉN DE CIERRE FUJINUMA-IKE



TRAYECTORIA DE LA CRECIDA CAUSADA POR LA ROTURA

CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE LA SEGURIDAD EN LA INGENIERIA DE PRESAS
Tucumán - 6 a 8 Julio 2011

GRACIAS POR SU ATENCION !!!!

**CONGRATULACIONES A LOS
ORGANIZADORES DEL CURSO POR
EL ÉXITO OBTENIDO**

