



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

**CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES - CISMID**

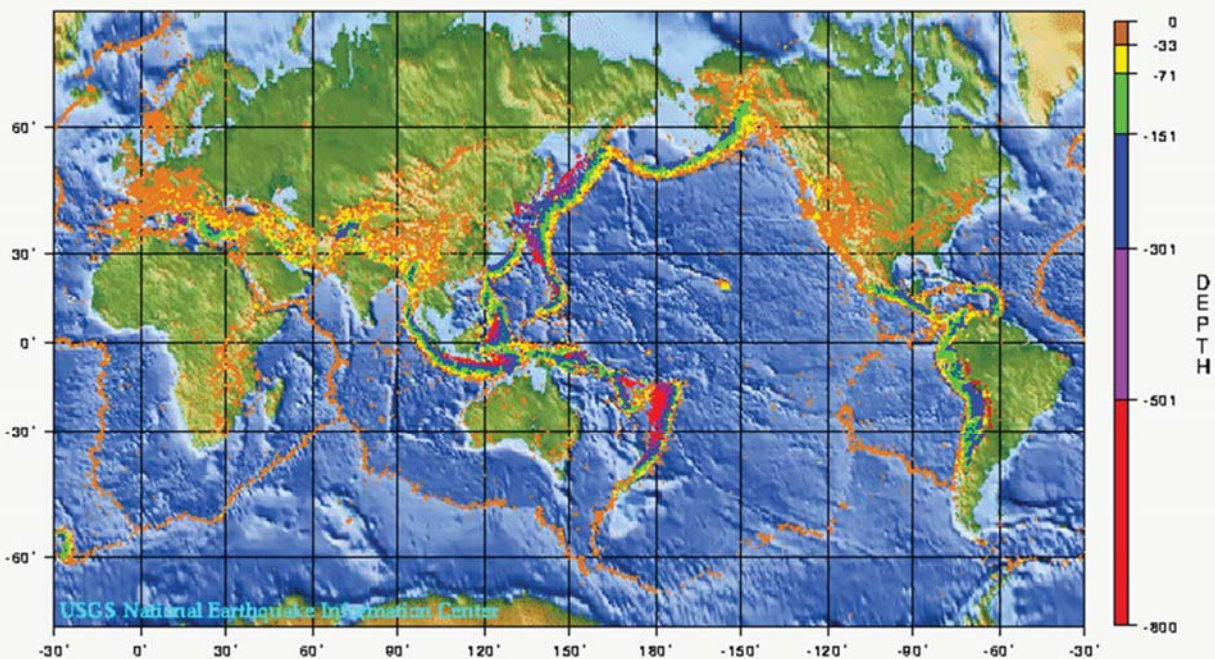


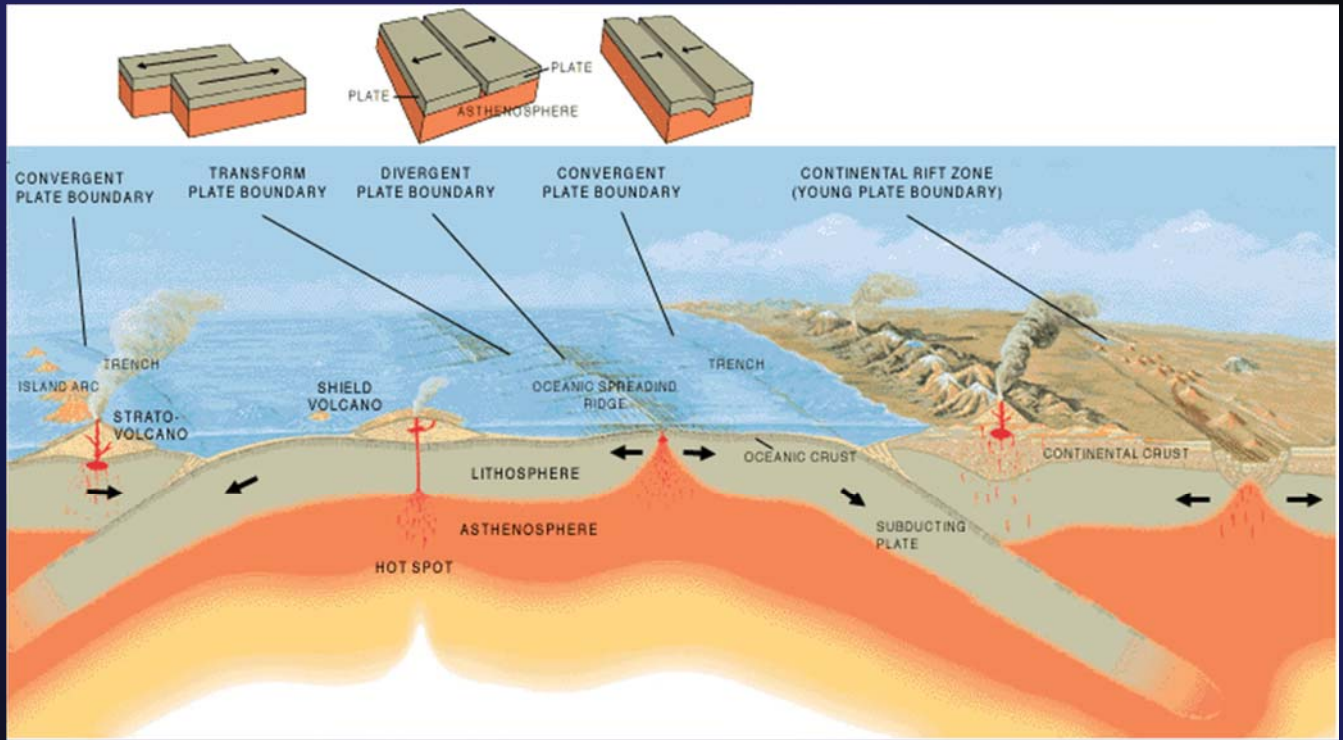
XV CONIC 2005

Reflotamiento de la Red Acelerográfica Nacional del CISMID y su Contribución Para una Base de Datos de Sismos Fuertes.

Dr. Zenón Aguilar Bardales
Ing. Ramiro Piedra Rubio

World Seismicity: 1975 - 1995





SISMOS

Vibraciones de la corteza terrestre causada por ondas sísmicas que se generan por súbita liberación de energía elástica acumulada en la corteza y parte superior del manto terrestre



SISMOS INTERPLACA

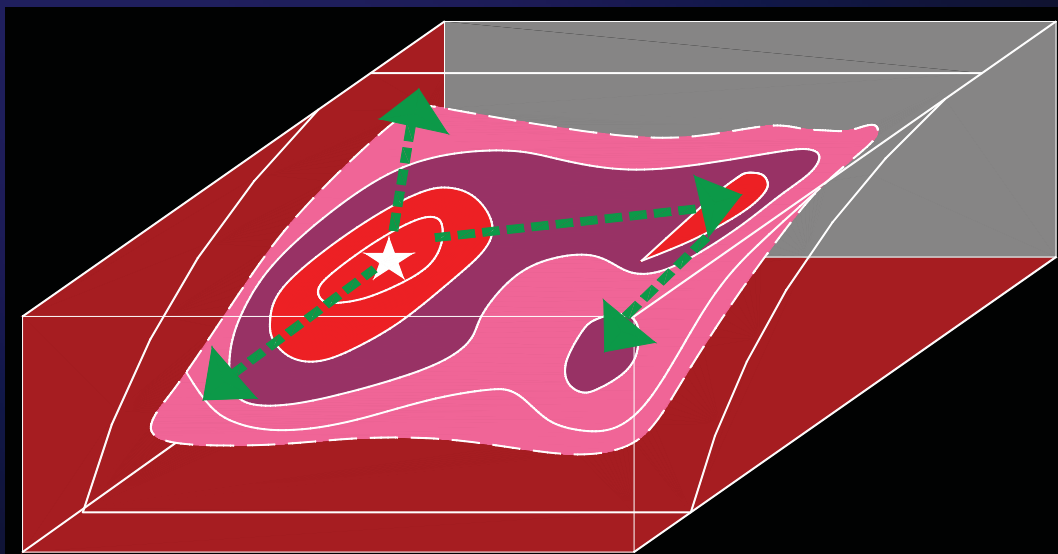
Sismos que ocurren en la zona de subducción de las placas tectónicas, se conoce también como sismos de subducción

SISMOS INTRAPLACA

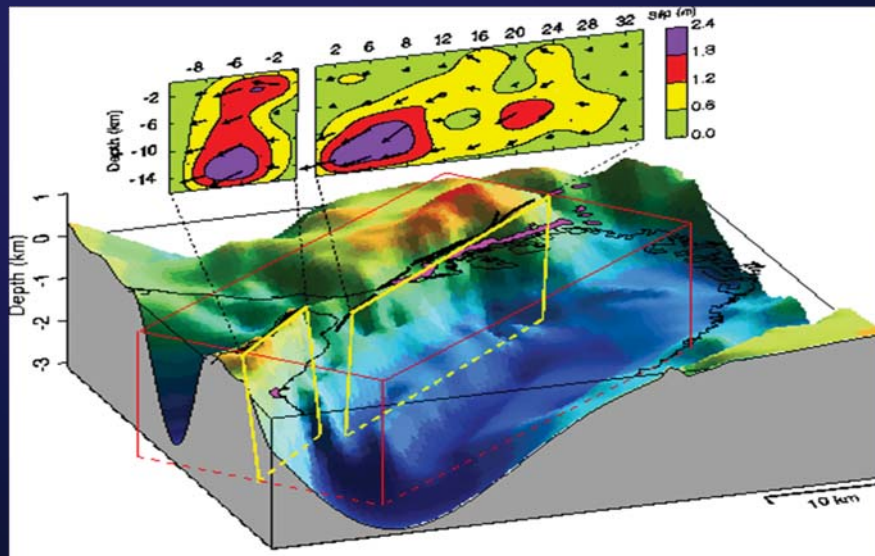
Sismos que ocurren en el interior de una placa tectónica, conocidos también como sismos continentales



PROCESO DE RUPTURA DE LA FUENTE



MECANISMO DE FUENTE DEL SISMO DE KOBE (1995)



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES FIC - UNI



SISTEMAS DE OBSERVACIÓN SÍSMICA

Redes Sismográficas

- Registro continuo de sismos pequeños en el campo cercano y sismos fuertes en el campo lejano.

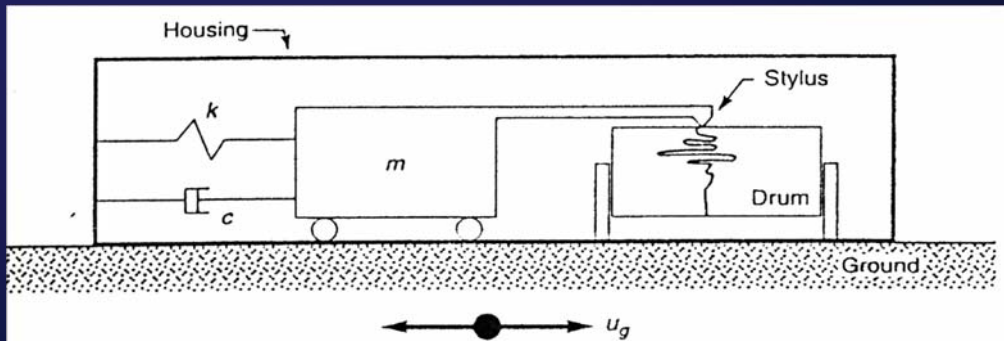
Redes Acelerográficas

- Registro de movimientos sísmicos fuertes en el campo cercano. Es usado con fines ingenieriles



SISMÓGRAFO

Utilizados para medir movimientos del suelo relativamente no tan fuertes, los registros se llaman SISMOGRAMAS. Estos instrumentos registran desplazamientos o velocidades del suelo . Un simple modelo de un solo grado de libertad es mostrado

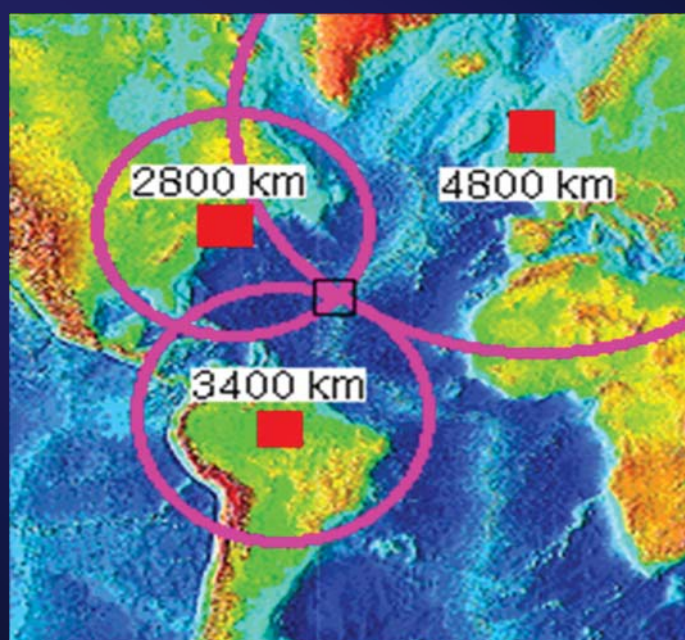


ACELERÓGRAFO

Empleados para medir movimientos fuertes del suelo, los registros se llaman ACELEROGRAMAS . Estos instrumentos registran la aceleración del suelo.



LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE UN SISMO



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES FIC - UNI



Registro de Aceleraciones

- Se obtienen de acelerógrafos.
- El registro tiempo-historia se llama acelerograma.
- Tiene dos componentes horizontales y una vertical.
- La inspección visual de un acelerograma permite determinar aceleraciones máximas, duración, contenido de frecuencia, forma de onda y distancia al hipocentro.
- Rol fundamental en ingeniería geotécnica y sismo-resistente.
- El acelerograma se debe digitalizar y corregir para determinar aceleraciones, velocidades y desplazamientos corregidos.



CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES FIC - UNI



PROCESAMIENTO DE ACELEROGRAMAS

- Corrección por Línea Base
- Filtros (Pasa bajas y Pasa altas)
- Tiempo Historia de Velocidades y Desplazamientos
- Espectros de Fourier
- Relaciones Espectrales
- Espectros de Potencia
- Espectros de Respuesta Elástico
- Espectros de Respuesta Inelástico



CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES FIC - UNI



ACELERÓGRAFO RION - TIPO SM-10B

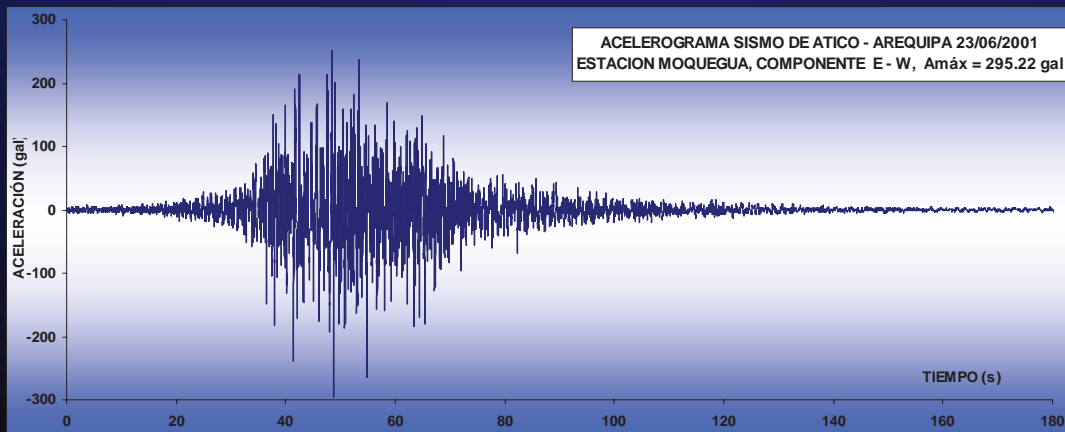
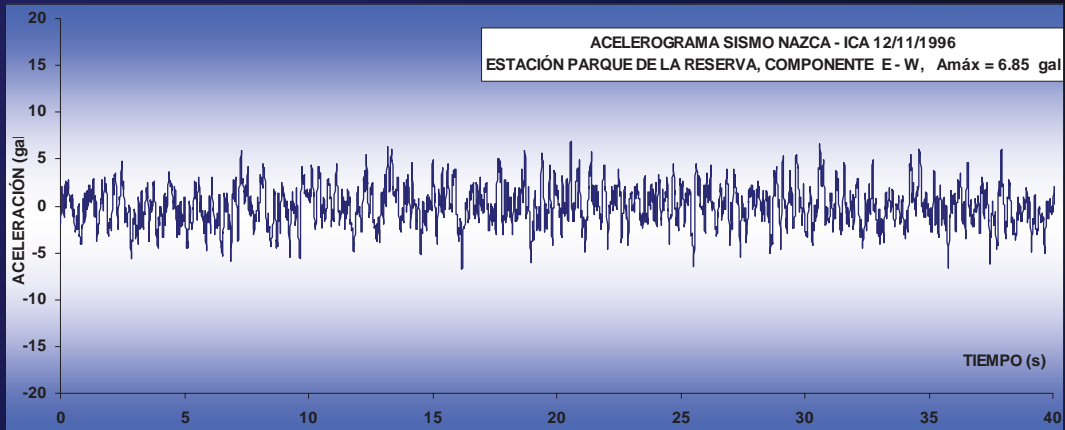


RED NACIONAL DE ACELEROGRAFOS DEL CISMID

A partir de 1988, gracias a diversos convenios, se dio inicio a la instalación de 15 acelerógrafos RION en las principales ciudades del país.



REGISTROS OBTENIDOS



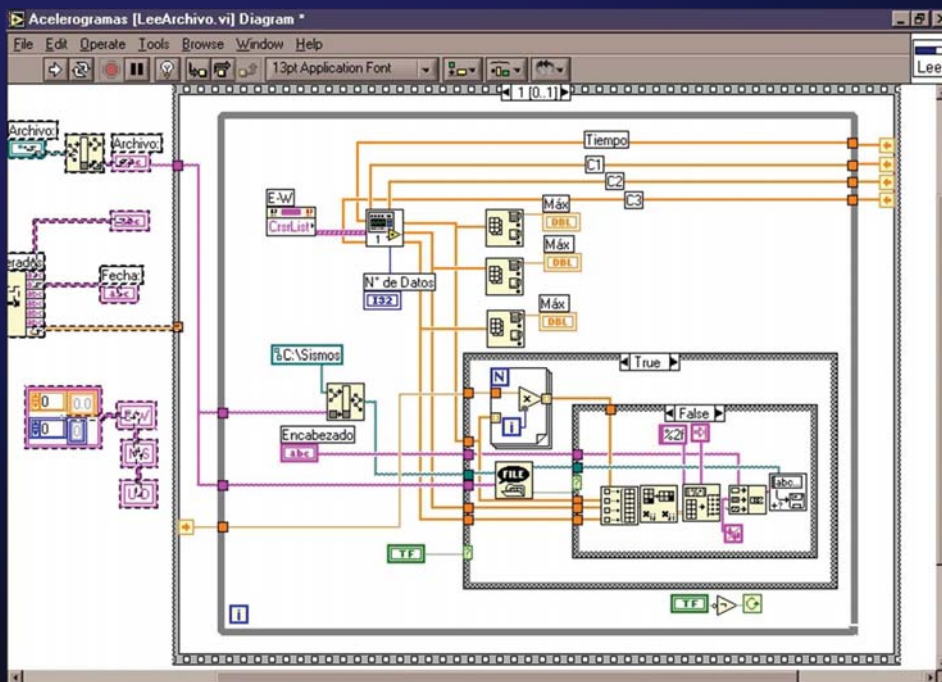
COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA RED ACELEROGRÁFICA DEL CISMID



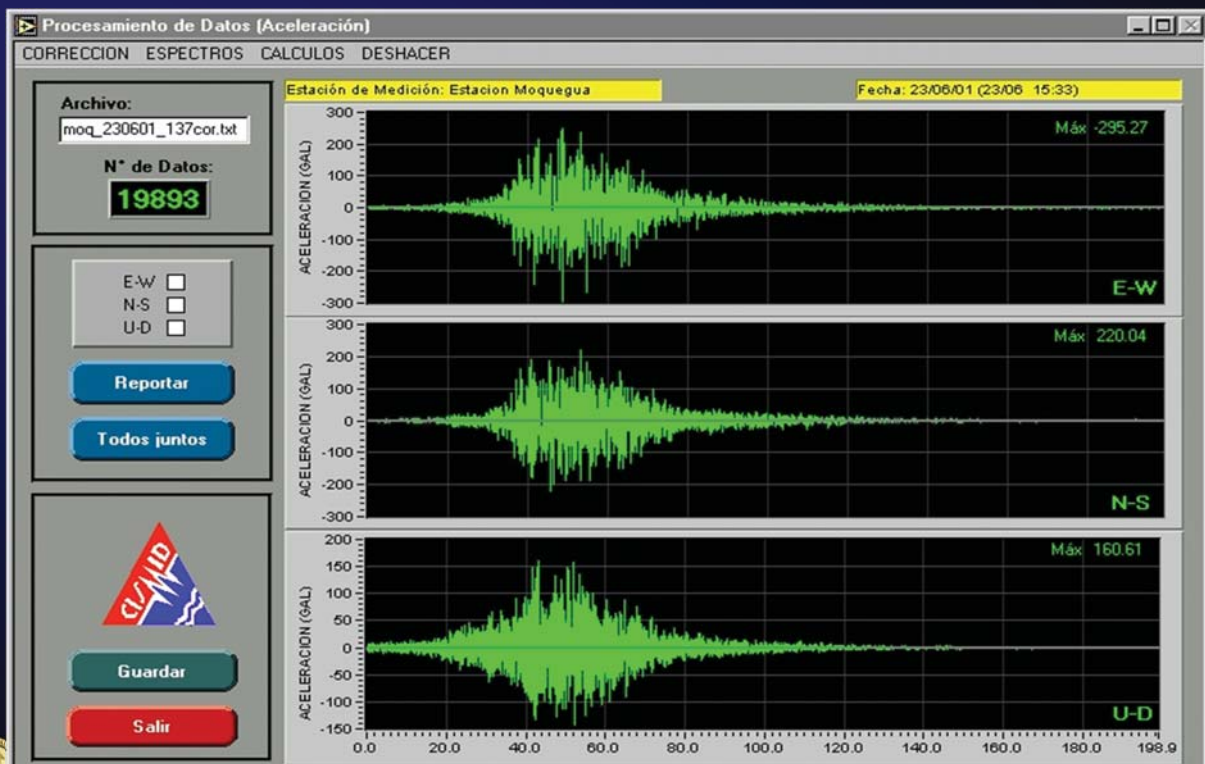
SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES ACELEROGRÁFICAS DEL CISMID



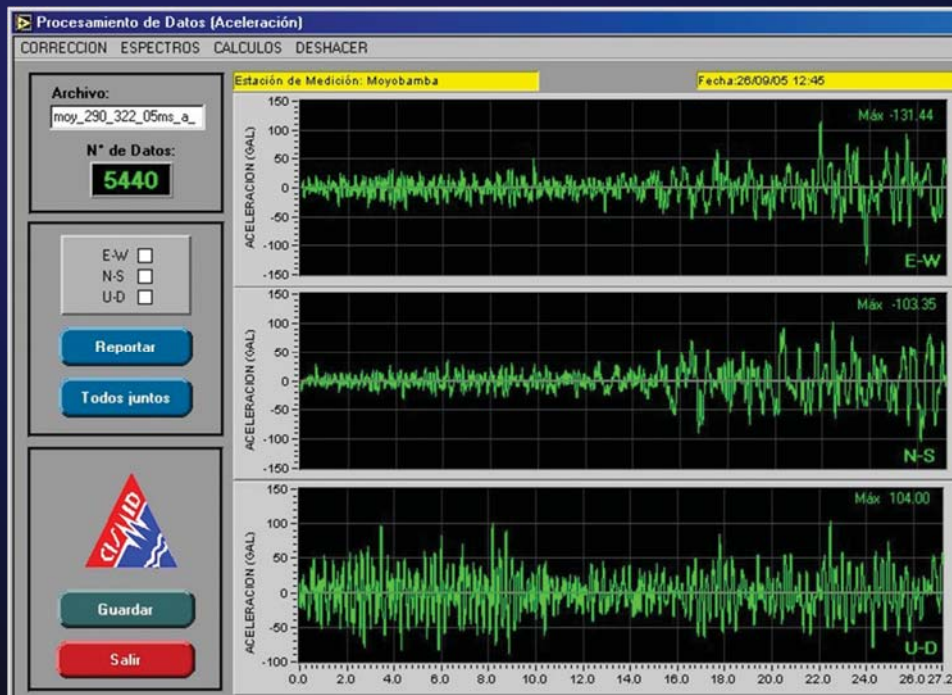
PROGRAMACION DE FLUJO DE DATOS DEL PROGRAMA DE ADQUISICIÓN



PANEL DE CONTROL PARA LA DIGITALIZACIÓN DE LAS SEÑALES SÍSMICAS



REGISTRO DEL SISMO DE LAMAS DEL 25/09/2005



RENOVACIÓN DE EQUIPOS

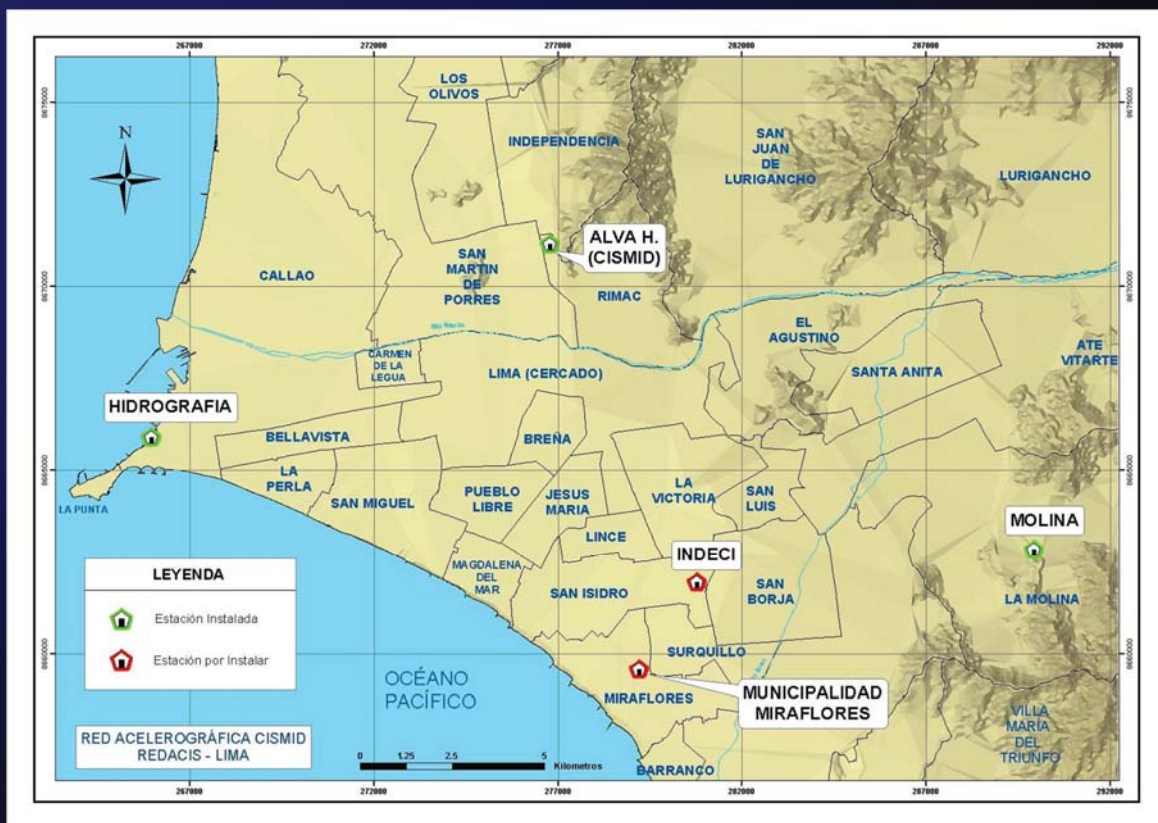
En los últimos años, el avance de la tecnología se hizo presente en la fabricación de estos instrumentos, varias empresas comenzaron a fabricar acelerógrafos de tipo digital los cuales incrementaban la eficiencia y rendimiento para el registro de movimientos fuertes del terreno.

En el 2001, el CISMID instaló su primer acelerógrafo digital Modelo ETNA dentro de sus instalaciones (Estación JORGE ALVA HURTADO), gracias a la colaboración de JICA.

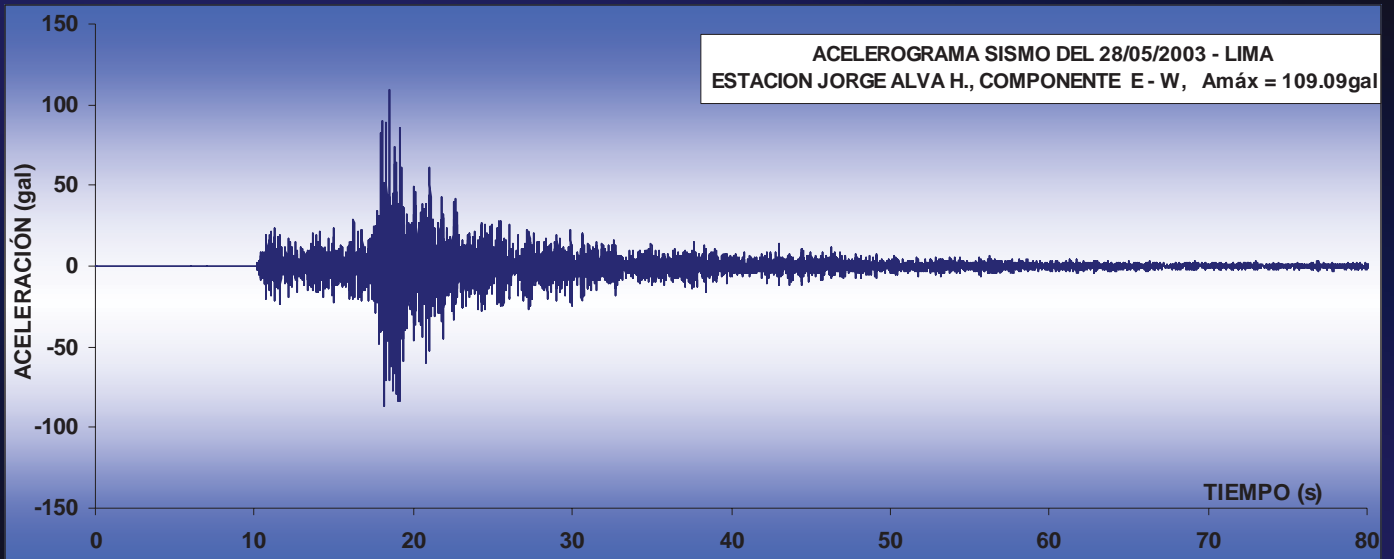
A la fecha el CISMID cuenta con 12 acelerógrafos de este tipo, de los cuales 9 fueron donados por JICA y 3 adquiridos con recursos propios. Estos equipos en algunos casos han reemplazando los antiguos RION y con otros se crearon nuevas estaciones; se han instalado en la zona sur del Perú (Arequipa, Moquegua y Tacna) y en la ciudad de Lima.



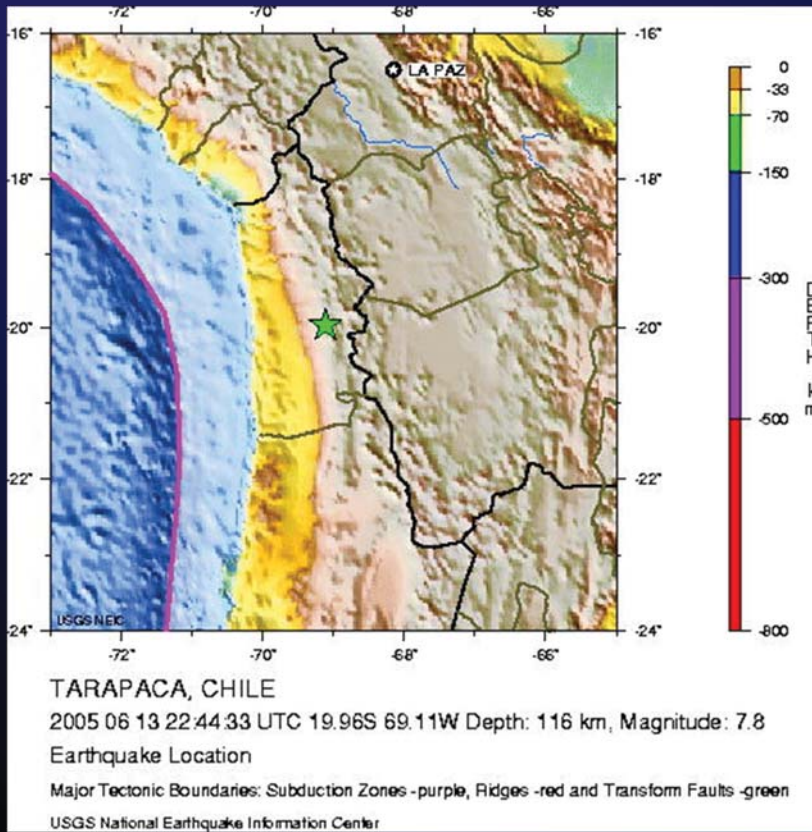
ACELERÓGRAFO MODELO ETNA, KINEMATRICS



ACELERÓGRAFO MODELO ETNA, KINEMATRICS



SISMO DE TARAPACA DEL 13 DE JUNIO DEL 2005



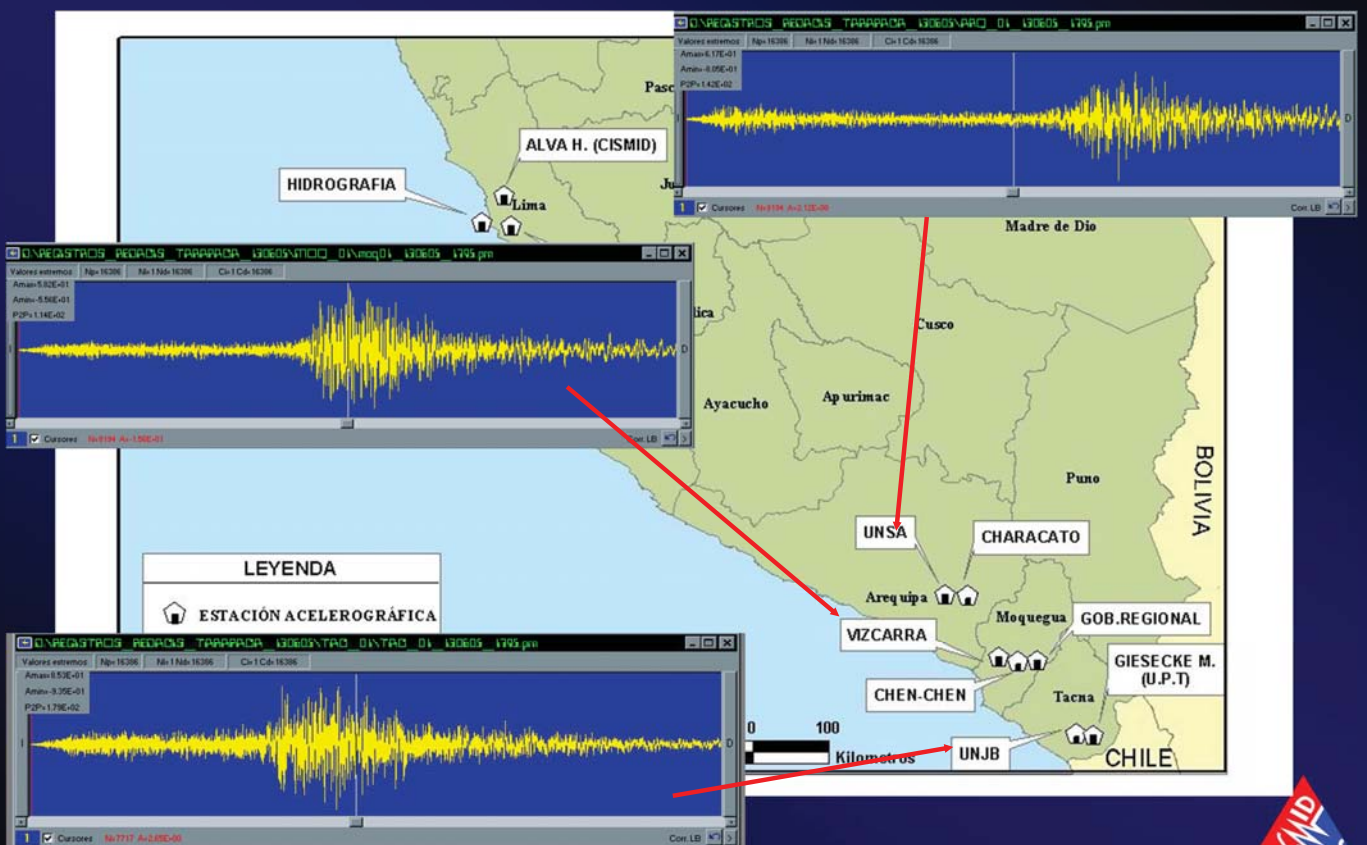
Magnitud 7.8
Profundidad 116 km
Distancias epicentrales
125 km ENE de Iquique, Chile
210 km SE de Arica, Chile
250 km SSE de Tacna, Perú

Se obtuvieron acelerogramas en los siete acelerógrafos instalados en el sur peruano

Arequipa: UNSA, CHARACATO
Tacna: J. BASADRE, A. GIESEKE
Moquegua: VIZCARRA, CHEN
CHEN, GOB. REGIONAL



ACELEROGRAMAS DEL SISMO DE TARAPACA DEL 13/06/05



UTILIDAD DE LOS ACELEROGRAMAS

ESPECTRO DE AMPLITUDES DE FOURIER

Permite conocer la distribución de las amplitudes del movimiento del suelo a través de la frecuencia, es decir, las máximas amplitudes de ondas con diferentes tipos de frecuencias

ESPECTRO DE RESPUESTA

DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD O ACELERACION , los cuales proporcionan los valores máximos de desplazamientos, velocidad o aceleración que tuvieron como demanda las estructuras, durante la ocurrencia de un sismo.

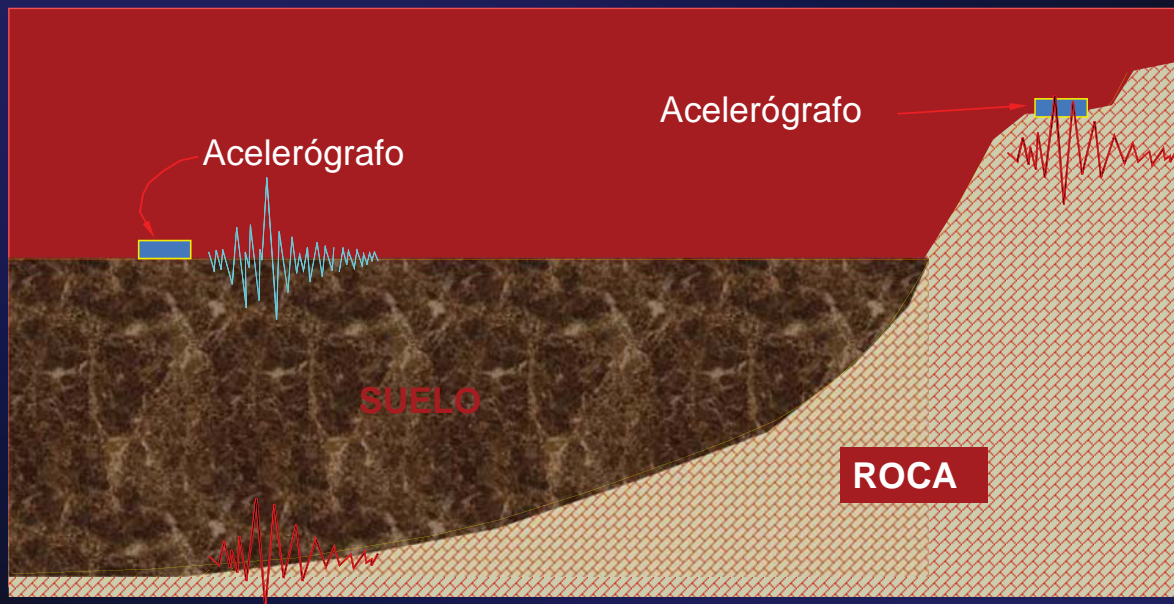


RELACIONES ESPECTRALES

- Consiste en determinar la relación de Espectros de Fourier de dos señales sísmicas. Esta relación espectral representará la función de transferencia de un estrato si los registros sísmicos fueron obtenidos en la base y la superficie del mismo.



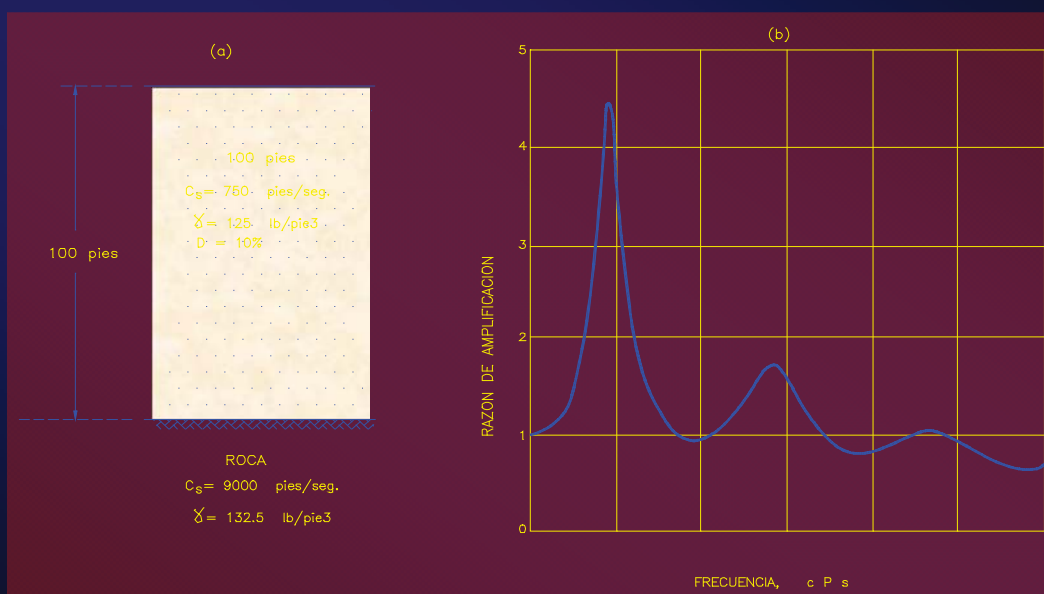
RELACIONES ESPECTRALES DE REGISTROS EN SUELO Y ROCA



CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES FIC - UNI



FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE UN ESTRATO DE SUELO



CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES FIC - UNI

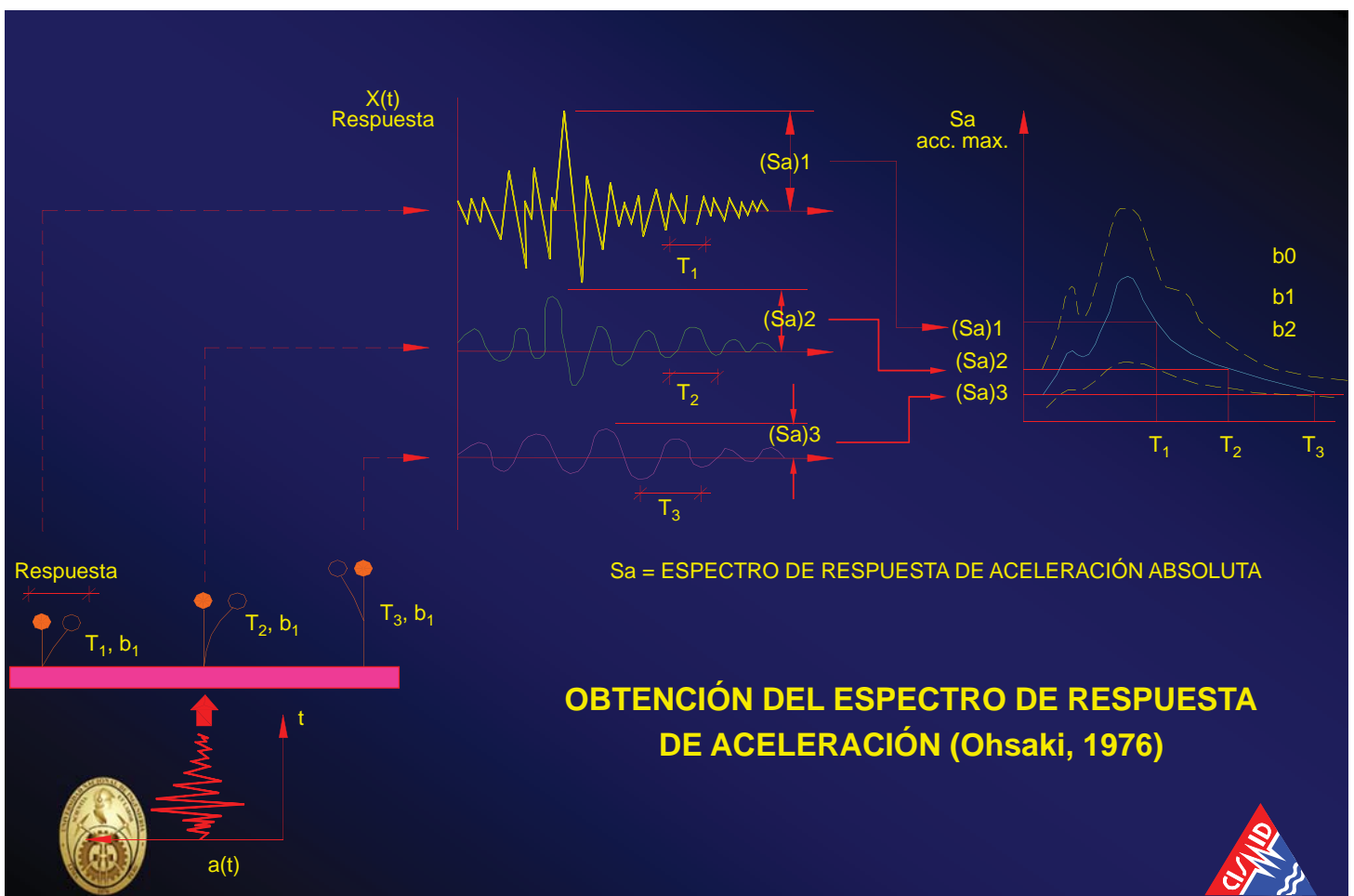


Espectros de Respuesta

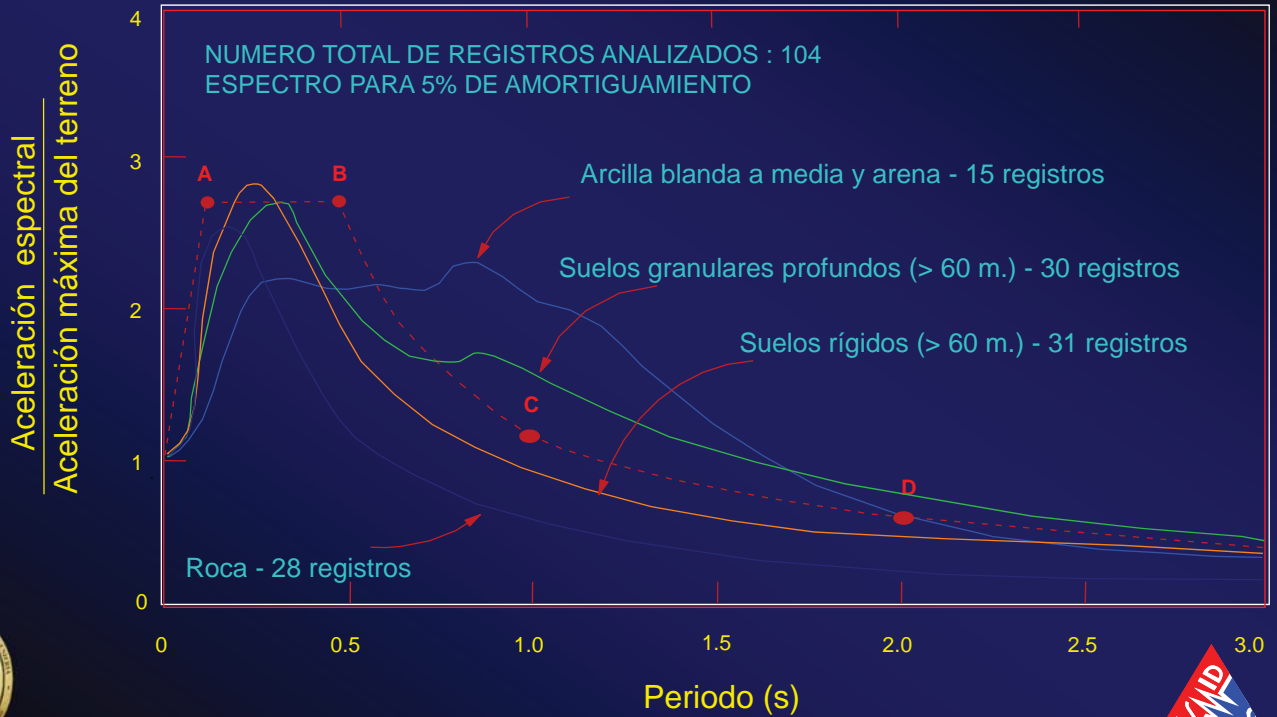
- Analiza los efectos combinados de la aceleración, periodo predominante de vibración y duración de un sismo en las edificaciones.
- Respuesta máxima del acelerograma de un sismo en sistemas de un grado de libertad de diferentes periodos fundamentales con un mismo amortiguamiento.
- Se obtienen también espectros de respuesta de desplazamiento relativo, velocidad relativa, pseudo velocidad relativa.
- El espectro de respuesta de aceleración da una idea de la magnitud de la fuerza sísmica. El de velocidad expresa la energía máxima y el de desplazamiento la magnitud de la deformación.



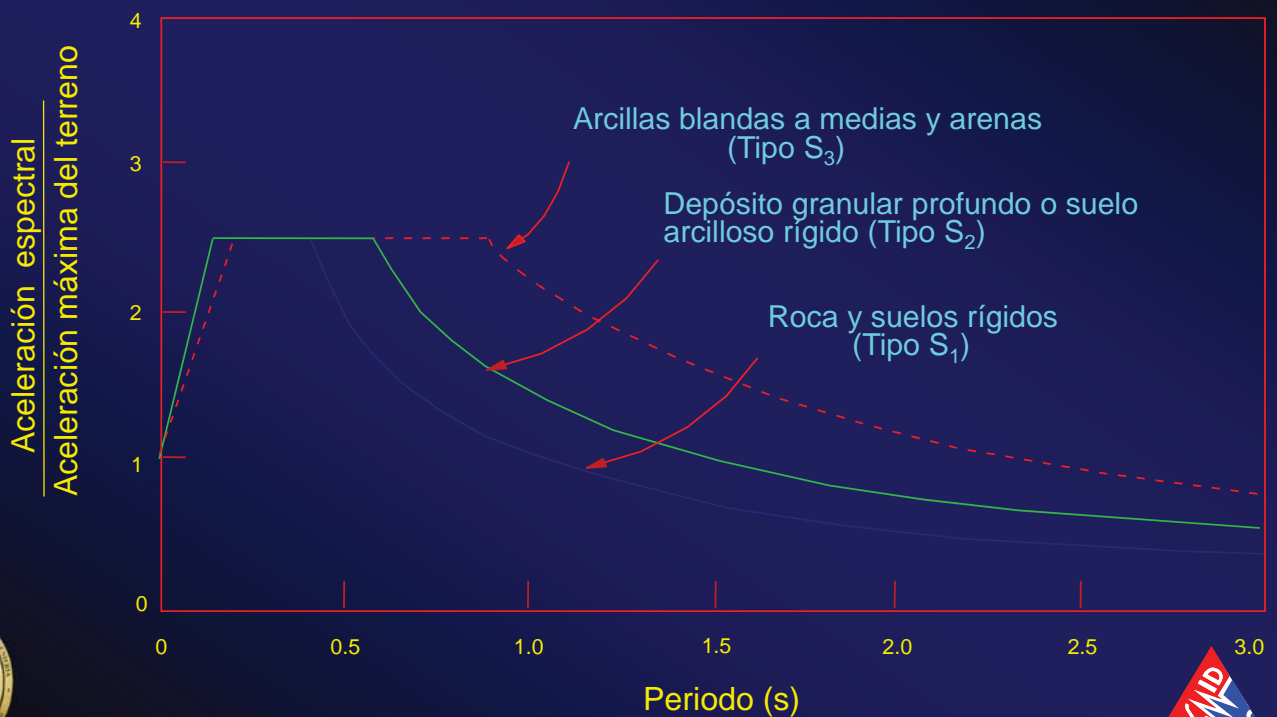
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES FIC - UNI



Espectros de Respuesta (Seed e Idriss, 1983)



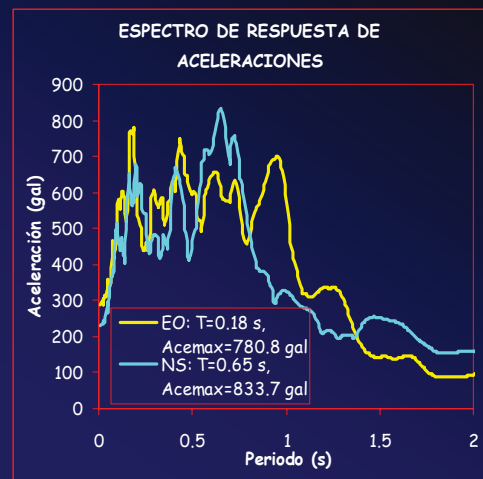
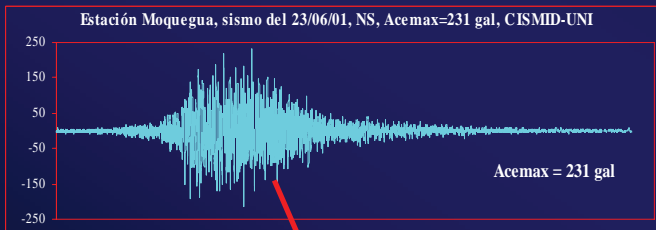
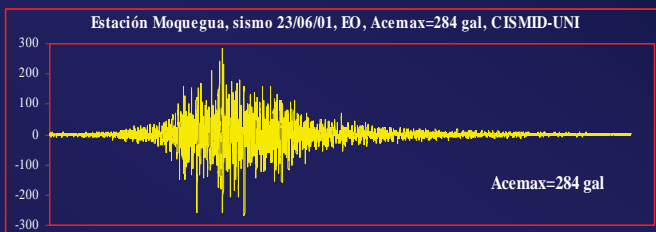
Espectros de Diseño (Seed e Idriss, 1983)



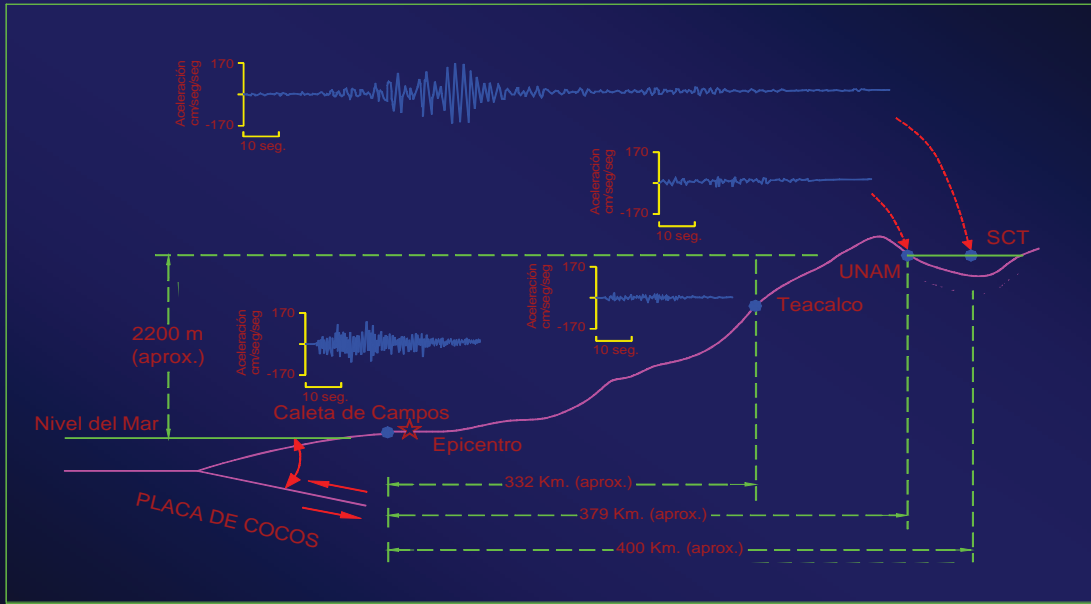
ESPECTRO DE RESPUESTA DE ACELERACIONES DEL SISMO DE LAMAS DEL 25/09/2005 COMP. E-W



ESPECTRO DE RESPUESTA DE ACELERACIONES ($\varepsilon = 5\%$) SISMO DEL 23/06/2001, ATICO, AREQUIPA, PERU



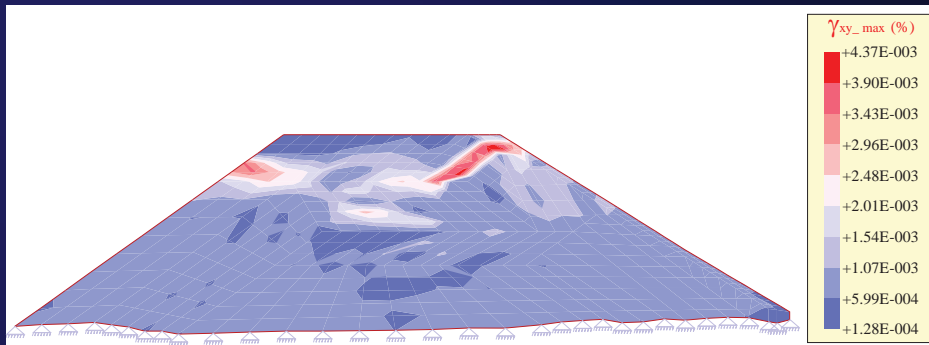
EFFECTOS LOCALES DE SITIO - TERREMOTO DE MEXICO (1985).



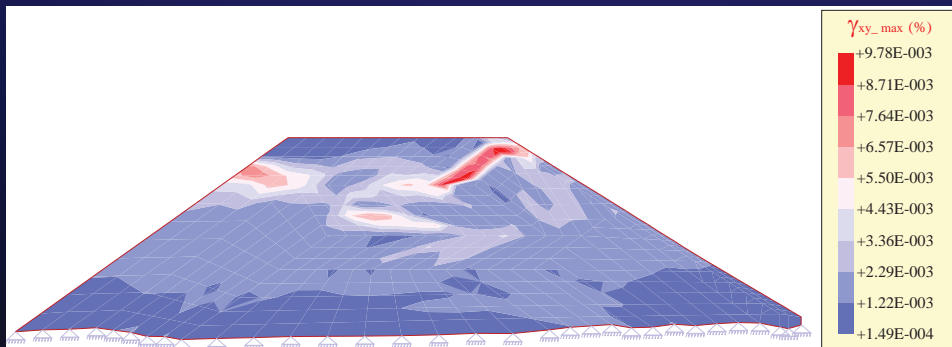
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES FIC - UNI



DEFORMACIONES CORTANTES MÁXIMAS EN LA PRESA TORATA – CUAJONE



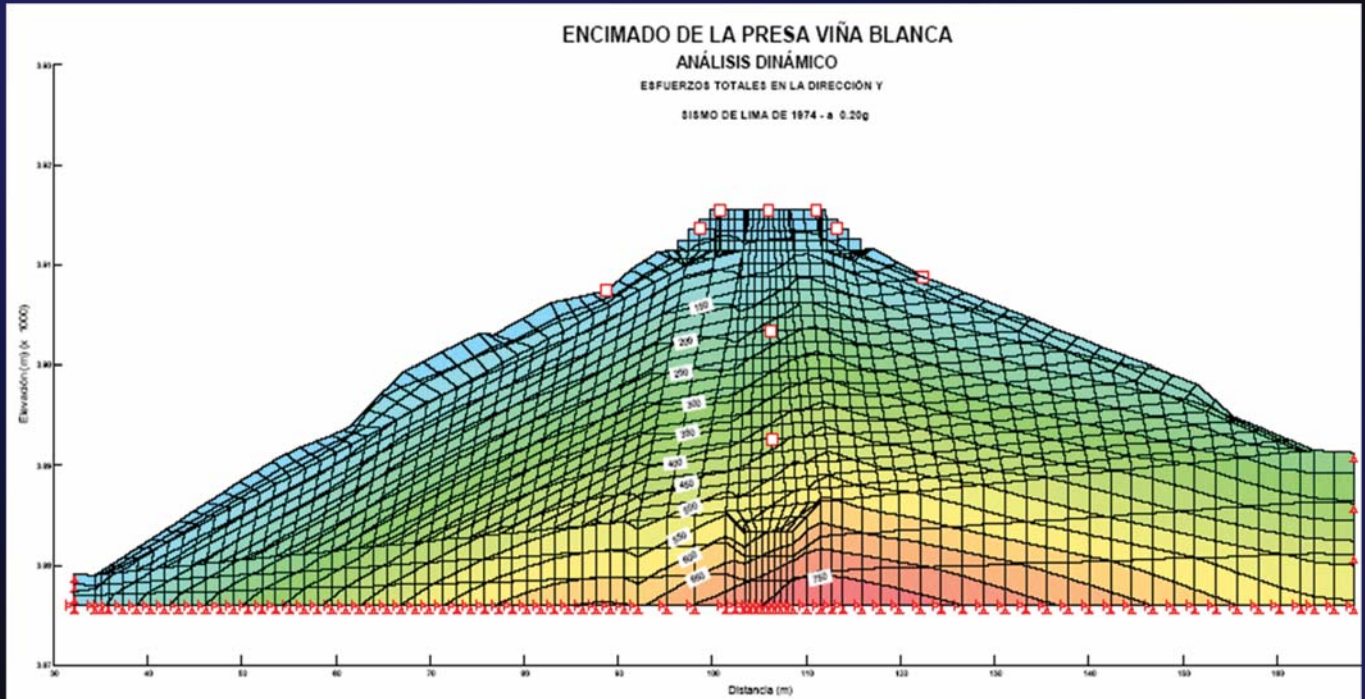
Sismo de Lima de 10/74 ($a_{max} = 0.36 g$)



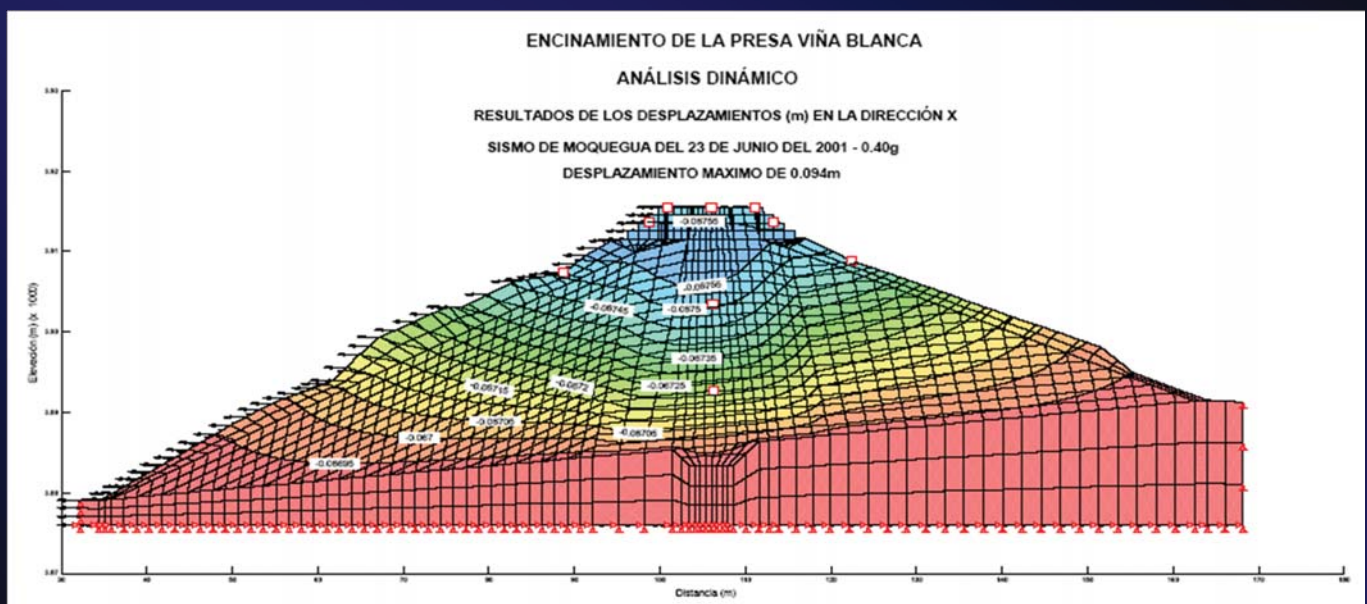
Sismo de Kobe de 01/95 ($a_{max} = 0.36 g$)



ANÁLISIS DE RESPUESTA DINÁMICA DE LA PRESA VIÑA BLANCA ESFUERZOS VERTICALES TOTALES

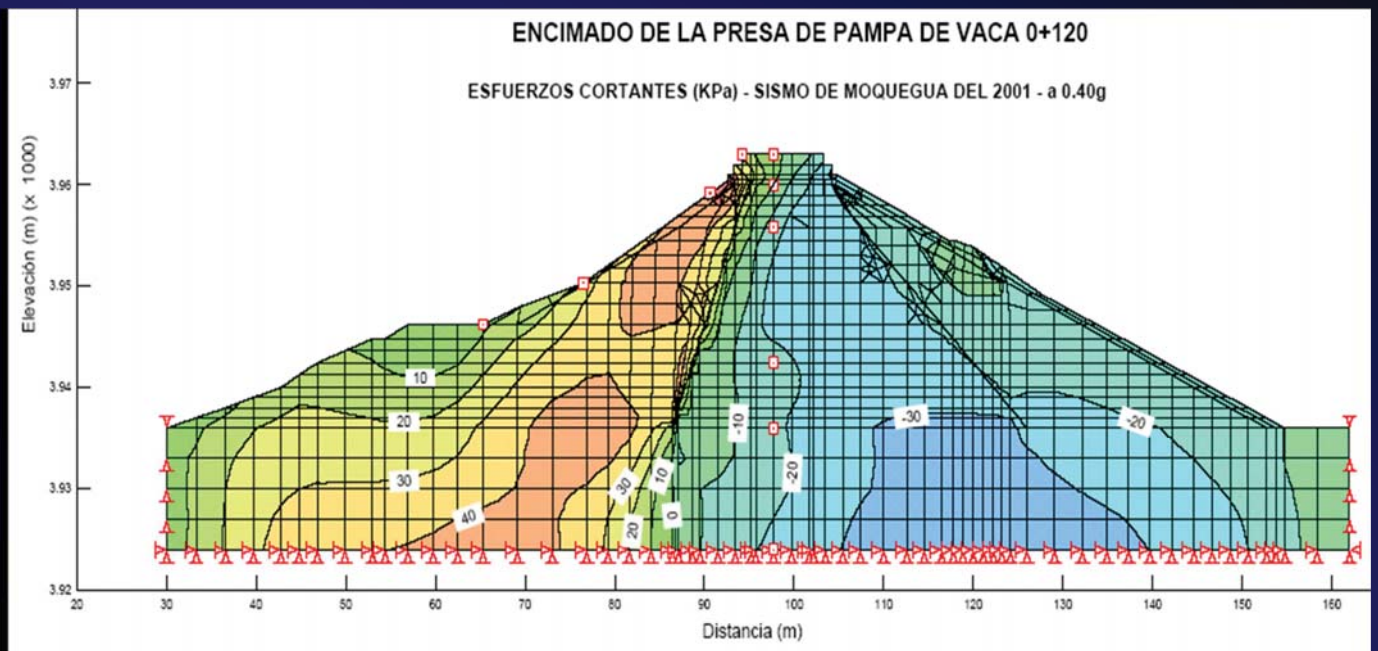


ANÁLISIS DE RESPUESTA DINÁMICA DE LA PRESA VIÑA BLANCA DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MÁXIMOS



ANÁLISIS DE RESPUESTA DINÁMICA DE LA PRESA PAMPA DE VACA

ESFUERZOS CORTANTES



PROTOTIPO DE ACELEROGRAFO DIGITAL DEL CISMID – INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA DE LA UNI



REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PROTOTIPO DEL ACELEROGRAFO CISMID - IIFIEE



BASE DE DATOS: Página web: www.cismid-uni.org

Red Acelerográfica del CISMID

English Spanish

- Antecedentes
- Acelerogramas Registrados** ←
- Enlaces de Interés
- Actividades Recientes
- Artículos de Interés

Universidades integrantes de la Red:



Red Acelerográfica del CISMID - Laboratorio Geotécnico - Microsoft Internet Explorer

http://www.cismid.uni.edu.pe/accelerogral/registros.htm

ACELEROGRAMAS REGISTRADOS

Lima, Miércoles 10 de Octubre del 2005

Fecha del Sismo	Hora Local	Epicentro		Magnitud				Profundidad	Acelerograma	Espectro de Respuesta	Registro Sísmico
		Latitud (*)	Longitud (*)	Ml	Mw	Ms	mb				
2005/10/14	00:01	12.41	76.75	4.4				74	Gráfico csm	Gráfico csm	csm
2005/10/11	16:57	12.34	76.82	3.8				49	Gráfico cal	Gráfico cal	cal
2005/09/25	20:55	5.80 5.61*	76.20 76.31*	7.0	7.5*			115 132*	Gráfico csm	Gráfico csm	csm
2005/07/19	03:45	12.85	76.84	4.1				49	Gráfico mol	Gráfico mol	mol
2005/07/13	07:06	17.94	70.05	4.7	5.9*			77	Gráfico mov	Gráfico mov	mov
2005/06/21	17:44	12.71	76.75	3.6				73	Gráfico tac-1	Gráfico tac-1	tac-1
									Gráfico tac-2	Gráfico tac-2	tac-2
									Gráfico characato	Gráfico characato	characato
									Gráfico tac-1	Gráfico tac-1	tac-1
									Gráfico tac-2	Gráfico tac-2	tac-2
									Gráfico tac-1	Gráfico tac-1	tac-1
									Gráfico tac-2	Gráfico tac-2	tac-2
									Gráfico unsa	Gráfico unsa	unsa
2005/06/13	17:44	19.61	69.97	7.2	7.8*			146	Gráfico characato	Gráfico characato	characato
									Gráfico moq-1	Gráfico moq-1	moq-1
									Gráfico moq-2	Gráfico moq-2	moq-2

Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres



REGISTRO DE ACELERACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
 SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
 AV. TÚPAC AMARU N° 1150 - Lima 25 - PERÚ Apartado Postal 31-250 Lima 31
 Teléfonos (51 - 1) 482-0777, 482-0804, 482-0790 FAX 481-0170
 e-mail: director@cismid.uni.edu.pe <http://www.cismid.uni.edu.pe>

ARCHIVO ESTANDAR DE ACELERACIÓN:

NOMBRE DEL ARCHIVO : CMS_0402240946F
 REF. CATALOGO ACELEROGRAMAS :

DATOS DE LA ESTACIÓN:

NOMBRE DE LA ESTACIÓN : "JORGE ALVA HURTADO"
 CLAVE DE LA ESTACIÓN : CSM
 LOCALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería
 : CISMID-UNI/LIMA
 COORDENADAS DE LA ESTACIÓN : 12.01327° LAT. S
 : 77.05021° LONG. W
 ALTITUD(msnm) : 130.00
 TIPO DE SUELO : Grava gruesa

INSTITUCIÓN RESPONSABLE : CISMID-UNI



REGISTRO DE ACELERACIÓN

DATOS DEL ACELERÓGRAFO:

MODELO DEL ACELERÓGRAFO : Acelerógrafo Digital Kinematics-Modelo ETNA
 NÚMERO DE SERIE DEL ACELERÓGRAFO :
 NÚMERO DE CANALES : 3
 ORIENTACIÓN, Canal1/Canal2/Canal3 : E-W N-S U-D
 FRECUENCIA DE MUESTREO, Canal1/Canal2/Canal3 (muestras/s): 200 200 200
 MÁXIMA AMPLITUD DE SENSORES, Canal1/Canal2/Canal3 (g) : 2.00 2.00 2.00
 PERÍODO DEL INSTRUMENTO, Canal1/Canal2/Canal3 (s) : 0.0049 0.0046 0.005
 AMORTIGUAMIENTO DE SENSORES, Canal1/Canal2/Canal3 : 0.70 0.70 0.70
 UMBRAL DE DISPARO, Canal1/Canal2/Canal3 (Gal) : 2.00 2.00 2.00
 MEMORIA DE PRE-EVENTO (s) : 15 15 15
 TIEMPO DE POST-EVENTO (s) : 20 20 20

DATOS DEL SISMO:

FECHA DEL SISMO : 24 de febrero de 2004
 HORA EPICENTRO (Local) : 9:46:31
 COORDENADAS DEL EPICENTRO : 12.52° LAT. S
 : 76.93° LONG. W
 PROF. FOCAL /DIST. EPIC. /DIST. HIPOC. (Km) : 50.00 57.81 76.43
 MAGNITUD : ML mb MS MW
 : 3.9*
 FUENTE DE LOS DATOS EPICENTRALES : IGP(*)



REGISTRO DE ACELERACIÓN

DATOS DE ESTE REGISTRO:

HORA DE LA PRIMERA MUESTRA (Local) :
 DURACIÓN DEL REGISTRO (s), Canal1/Canal2/Canal3 : 42.00 42.00 42.00
 NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS, Canal1/Canal2/Canal3 : 8400 8400 8400
 ACELERACIÓN MÁXIMA(GAL), Canal1/Canal2/Canal3 : 12.89 -9.8 -2.86
 UNIDADES DE LOS DATOS : Gal (cm/s/s)

COMENTARIOS:

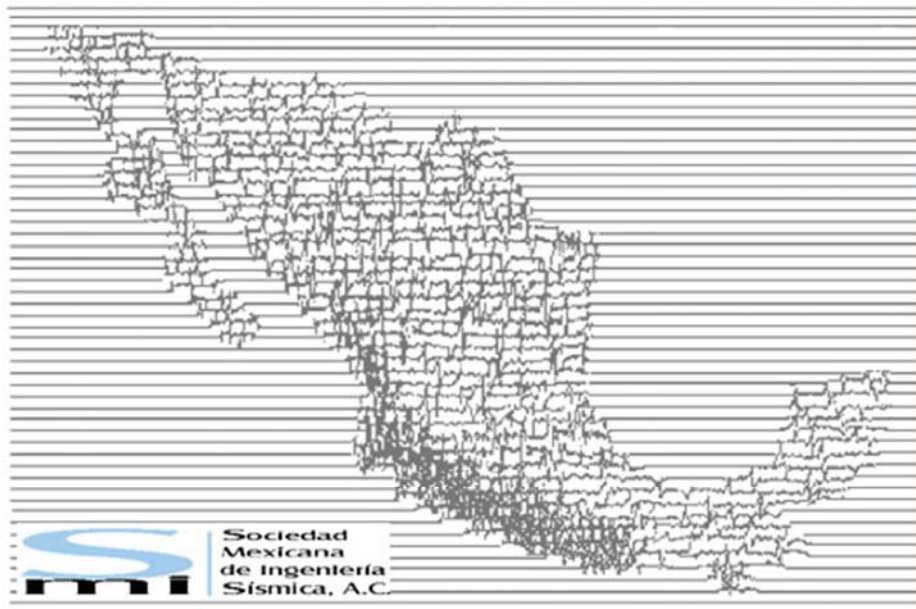
REGISTRO CORREGIDO POR LÍNEA BASE Y FILTRADO.
 FILTRO: PASABANDA TRAPEZOIDAL [0.05 - 0.10] [20 - 50]

DATOS DE ACELERACION:

DT	E-W	N-S	U-D
0.005	-0.0115	0.0053	0.0001
0.01	-0.0226	0.0075	0.0008
0.015	-0.0331	0.0061	0.0032
0.02	-0.0364	0.0042	0.007
0.025	-0.029	0.008	0.0105
0.03	-0.0135	0.0161	0.0113
0.035	0.0039	0.0183	0.0081
0.04	0.0193	0.0087	0.0028
0.045	0.0293	-0.0037	-0.0004
0.05	0.0276	-0.0044	0.0012
0.055	0.0101	0.0062	0.0048
0.06	-0.0154	0.0099	0.0034
0.065	-0.0317	-0.0072	-0.0064
0.07	-0.0286	-0.0334	-0.0191



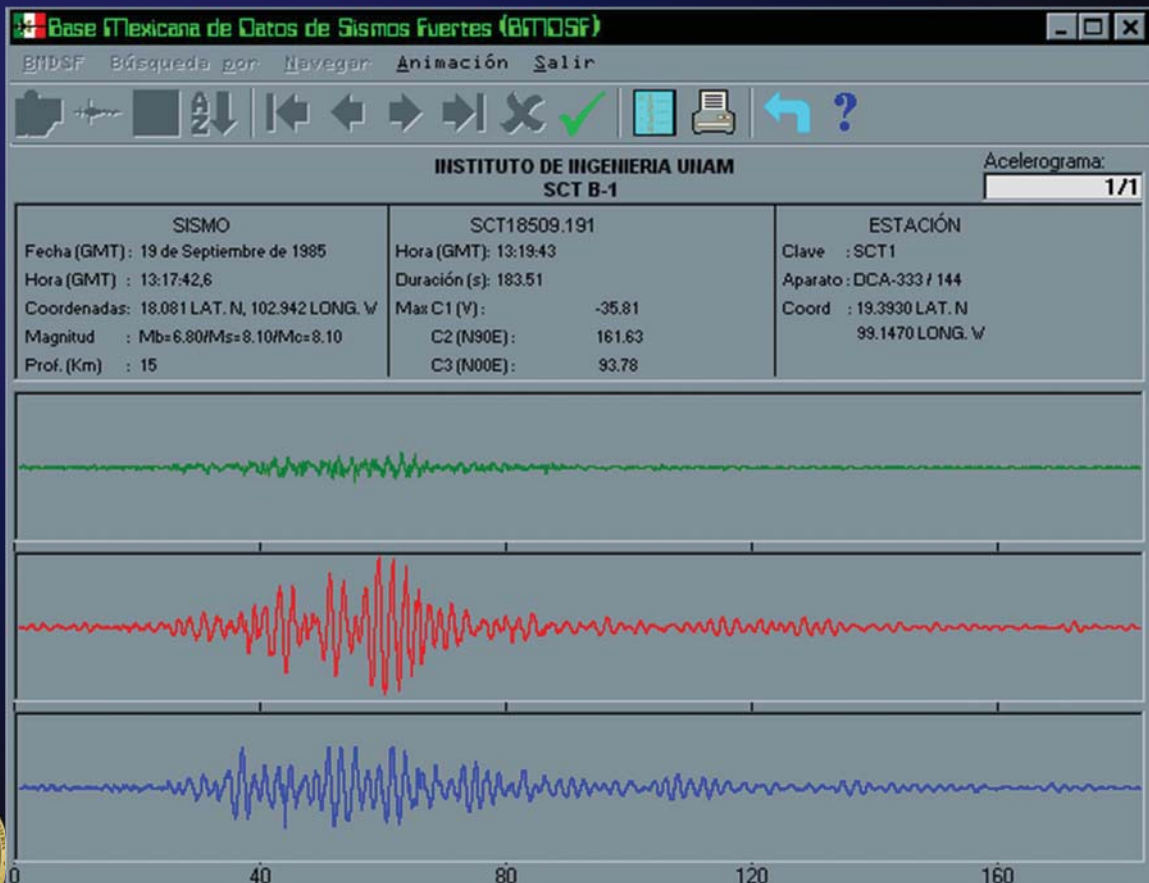
BASE
MEXICANA
DE DATOS
DE SISMOS
FUERTES
Volumen 2



Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C.

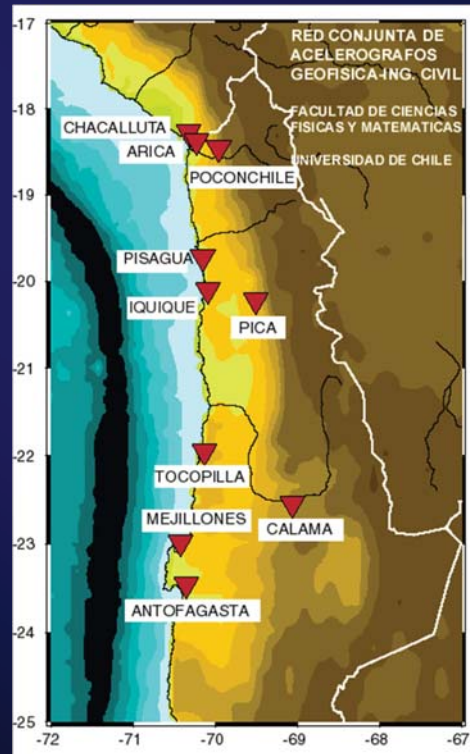


MÁS DE 500 ESTACIONES
100 estaciones en Ciudad de México
Datos de más de 2,000 sismos
Más de 13,000 acelerogramas

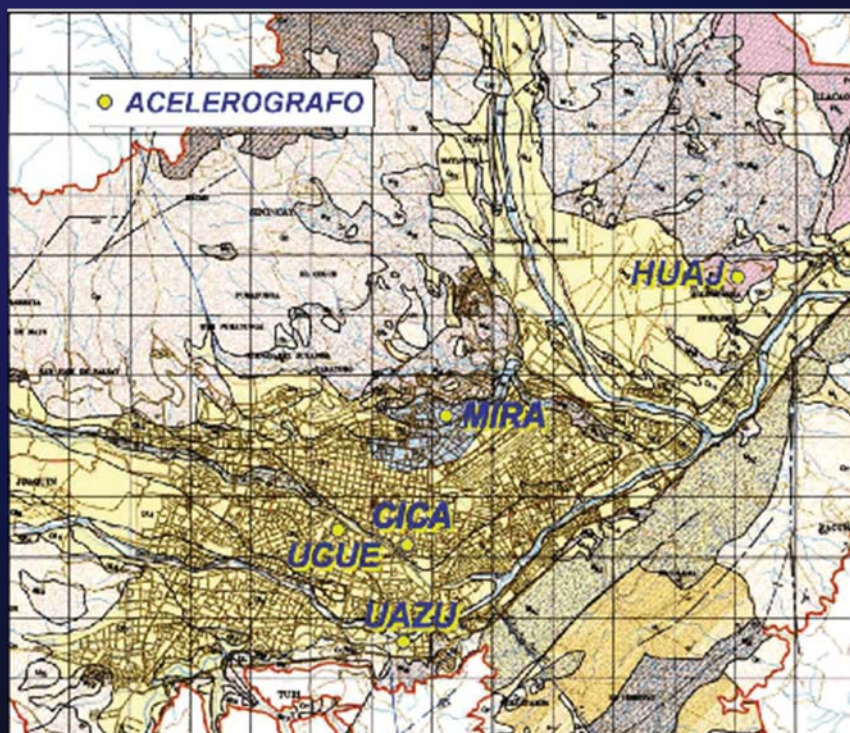


RED CONJUNTA DE ACELERÓGRAFOS DEPARTAMENTO DE GEOFISICA Y DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

CIVIL - UNIVERSIDAD DE CHILE

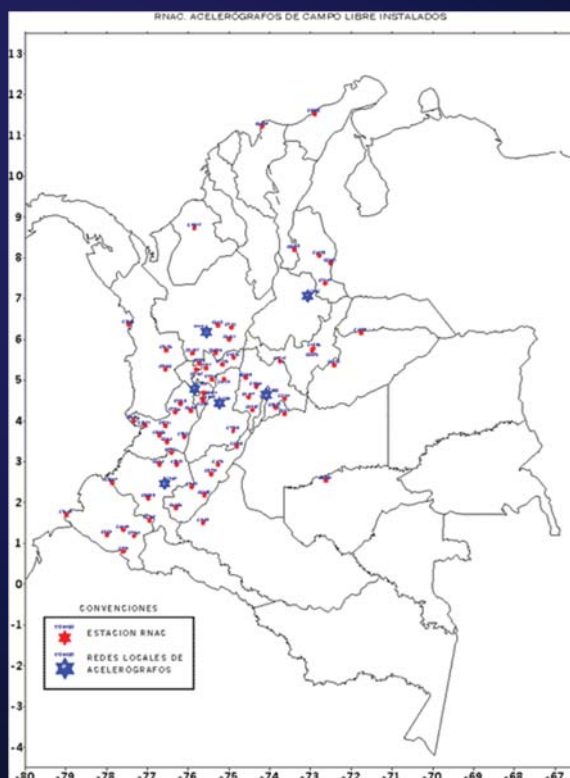


RED DE ACELERÓGRAFOS CIUDAD DE CUENCA - ECUADOR



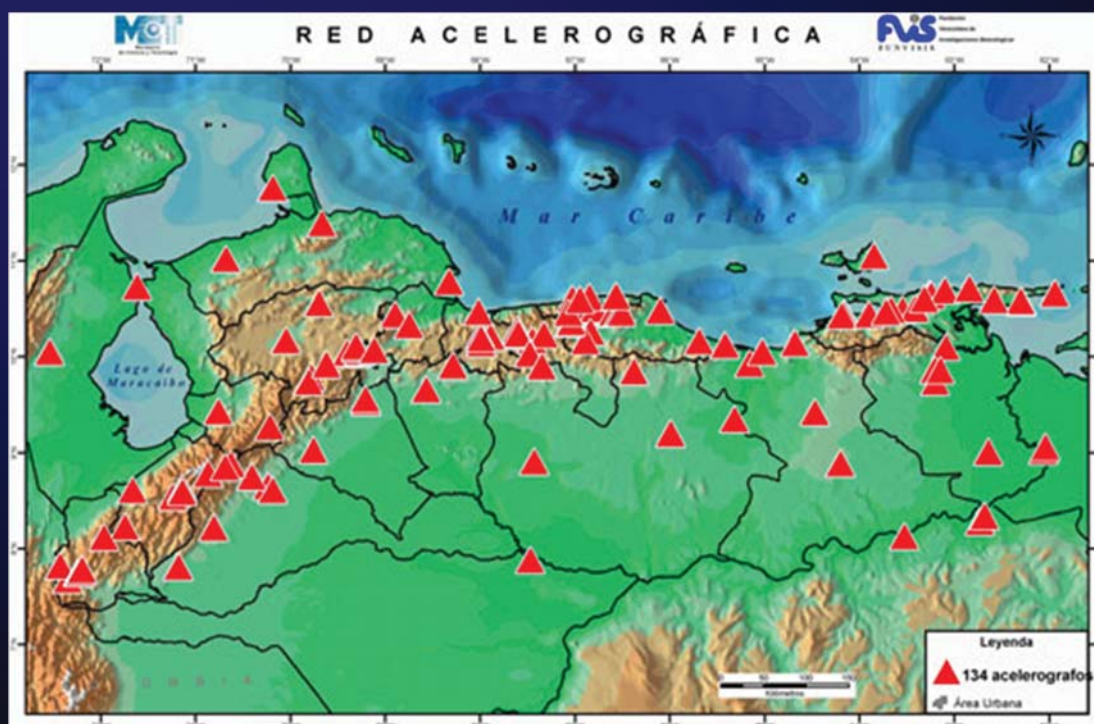
RED DE ACELERÓGRAFOS DE COLOMBIA (INGEOMINAS)

(30 EN BOGOTÁ Y 90 A NIVEL NACIONAL)



RED DE ACELERÓGRAFOS DE VENEZUELA (FUNVISIS)

(134 ACELEROGRAFOS A NIVEL NACIONAL)



RED SISMOLÓGICA DE VENEZUELA (34 ESTACIONES)

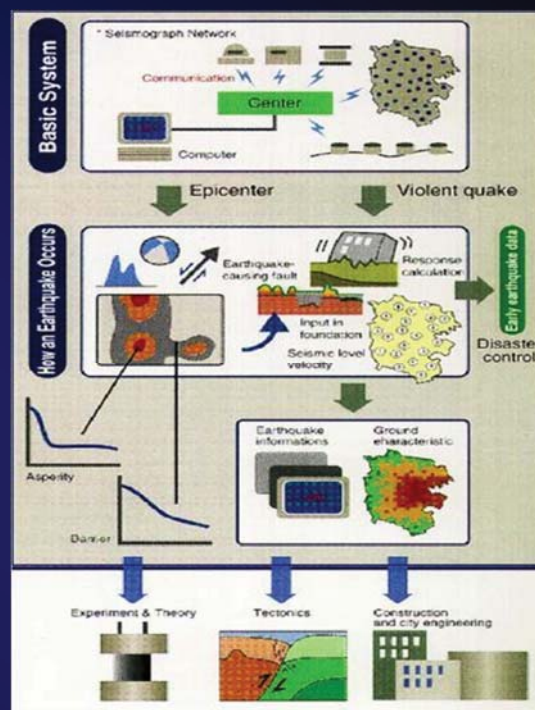


CENTRO DE OBSERVACIÓN EN TIEMPO REAL



OBJETIVOS DE LA OBSERVACIÓN SÍSMICA

- Determinación de la fuente sísmica
- Análisis del comportamiento dinámico de estructuras
- Control de desastres
- Microzonificación sísmica
- Experimentación en laboratorio



CONCLUSIONES

- Es hora de tomar conciencia de la importancia de la instrumentación sísmica mediante una Red Nacional. El CISMID está realizando un esfuerzo importante para llevar a cabo este proyecto.
- Es indispensable el apoyo de instituciones públicas y privadas para formar una sólida red de observación sísmica que provea la información libre y oportuna a la comunidad científica nacional e internacional. Estas instituciones deben integrar UNA SOLA RED SÍSMICA NACIONAL ACELEROGRÁFICA.
- La Red Acelerográfica del CISMID, garantiza la distribución libre e inmediata de los registros sísmicos, a través de la página web, para que puedan ser utilizados por la comunidad científica.



CONCLUSIONES

- Los acelerógrafos proporcionan información muy útil y valiosa para conocer las características sísmicas de los diversos tipos de suelo que existen en nuestro país, por lo que es imperativo aumentar su distribución en las diferentes regiones y ciudades.
- La información obtenida, ayuda a actualizar en forma permanente la norma de diseño sismorresistente que existe en nuestro país.
- Se debe también instalar en un corto plazo, acelerógrafos en diferentes tipos de edificaciones, de manera de ingresar al campo de la investigación en la instrumentación sísmica de edificaciones en nuestro país.



MUCHAS
GRACIAS

