

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



LEYES DE ATENUACIÓN DE ACELERACIONES ESPECTRALES PARA SISMOS PERUANOS

**Expositor: Jorge Antonio Chávez Obregón, Ing.
Asesor: Jorge E. Alva Hurtado, Dr. Ing.**

**Co-asesores: Mario Ordaz Schroeder, Dr. Ing.
Zenón Aguilar Bardales, Dr. Ing.
Fernando Lázares La Rosa, Msc. Ing.**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID**

1

LEYES DE ATENUACIÓN

- * CONCEPTO**
- * METODOLOGÍA**
- * BASE DE DATOS**
- * RESULTADOS DE LA MODELACION**
- * COMPARACIÓN Y POSIBLES ESCENARIOS**
- * CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID**



CONCEPTO

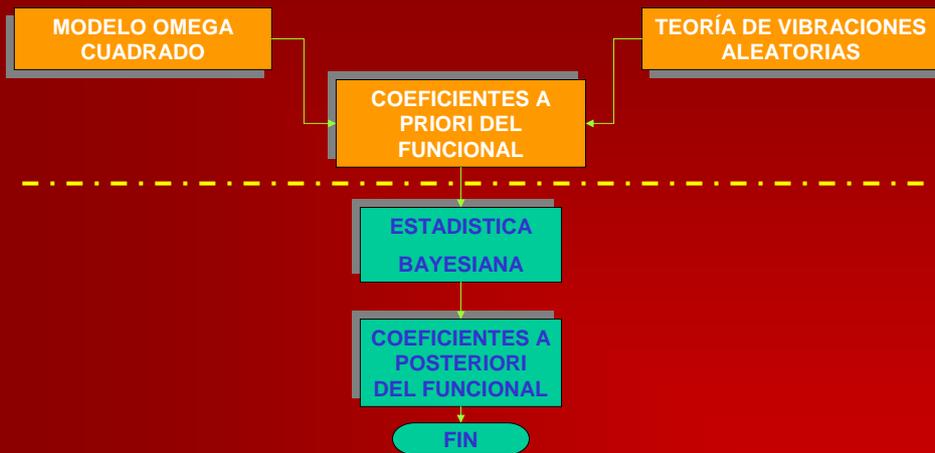
Expresiones matemáticas que relacionan la magnitud, posición relativa fuente-sitio y la intensidad (Aceleración, velocidad, desplazamiento, etc) .



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



METODOLOGÍA



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



METODOLOGÍA

FUNCIONAL (Joyner y Boore, 1988)

$$\ln S_a(T) = \alpha_1(T) + \alpha_2(T)(M_w - 6) + \alpha_3(T)(M_w - 6)^2 + \alpha_4(T) \ln R + \alpha_5(T)R + \ln \varepsilon(T)$$

ACELERACIÓN
ESPECTRAL

TAMAÑO DEL SISMO
Y
EFECTOS DE SITIO

MAGNITUD
COMO
PARÁBOLAS

ATENUACIÓN
GEOMÉTRICA

ATENUACIÓN
POR
TRAYECTORIA

Error

M_w = MAGNITUD DE MOMENTO SÍSMICO

R = DISTANCIA HIPOCENTRAL (KM)

T = PERIODO DEL SISTEMA DE UN GRADO DE LIBERTAD (s)



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



METODOLOGÍA

TVA

ω^2

Bayes



LEYES
DE
ATENUACIÓN



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



BASE DE DATOS

RED ACELEROGRÁFICA DEL CISMID



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



BASE DE DATOS

FORMATO DE ARCHIVO ESTÁNDAR DE ACELERACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES AV. TUPAC AMARU 1550 - Lima 25 - PERÚ Apartado Postal 31250 Lima 21 Teléfono(s) (51-1) 422-8777, 422-0004, 422-0011 y 422-4444 e-mail: director@cismid.unilima.pe http://www.cismid.unilima.pe			
DATOS DEL SISMO: FECHA DEL SISMO : 28 de Mayo de 2003 HORA (EPICENTRO) [Local] : 01:26:00 COORDENADAS DEL EPICENTRO : 10.51 LAT. S 77.19 LONG. W PROF. FOCAL (KMT. EPIC. HIPOC. [km] : 50.00 57.20 70.00 MAGNITUD : M_L m_b M_s M_w : 5.1 ISP 5.6 NEC			
DATOS DE ESTE REGISTRO: HORA DE LA PRIMA MUESTRA [Local] : 01:26:43 DURACIÓN DEL REGISTRO (s) CanalCanalCanal : 87.00 87.00 87.00 NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS CanalCanalCanal : 17400 17400 17400 ACELERACIÓN MÁXIMA [Gal] CanalCanalCanal : 399.000 131.447 -81.105 UNIDADES DE LOS DATOS : Gal (m/s ²)			
COMENTARIOS: REGISTRO CORREGIDO POR LINEA BASE Y FILTRADO. FILTRO: PASA BANDA TIPO PERIODAL: 0.100-1.0000-501			
MATRIZ DE ACELERACION			
OT	E-V	N-S	UD
0.005	-0.0406	-0.0419	-0.0222
0.01	-0.0373	-0.0658	0.0277
0.015	-0.0105	-0.0701	0.0236
0.02	0.0245	-0.0402	-0.0121
0.025	0.0468	-0.0092	0.0096
0.03	0.047	0.0292	0.0095
0.035	0.0219	0.0525	0.0134
0.04	0.0135	0.06	0.0159
0.045	-0.0011	0.0505	0.0124
0.05	-0.0112	0.027	0.0096
0.055	-0.0186	-0.0072	0.006
0.06	0.0337	0.0417	0.0098

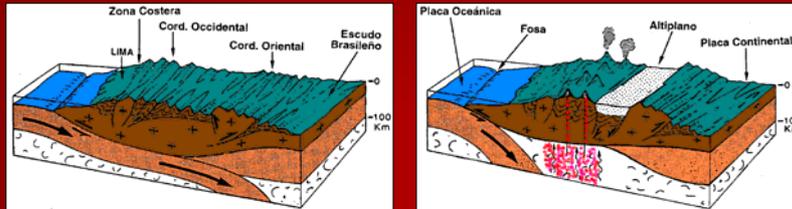


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



BASE DE DATOS

MECANISMO DE SUBDUCCIÓN



GEOMETRÍA DE LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA OCEANICA BAJO LA CONTINENTAL (MATTAUER, 1989)



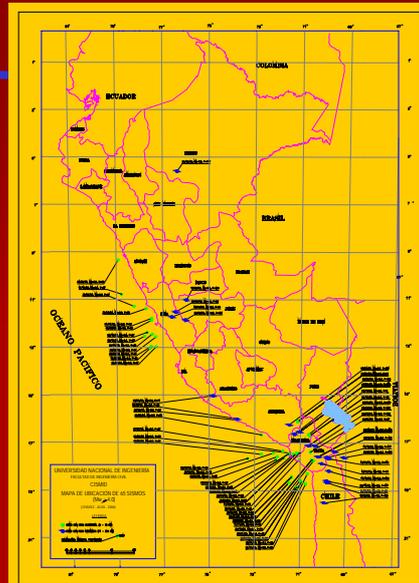
CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



BASE DE DATOS

MAPA DE UBICACIÓN DE 65 SISMOS CON $M_w \geq 4.0$

Sismos	Cantidad
Interface	34
Intraplaca	25
Cortical	6
Total	65

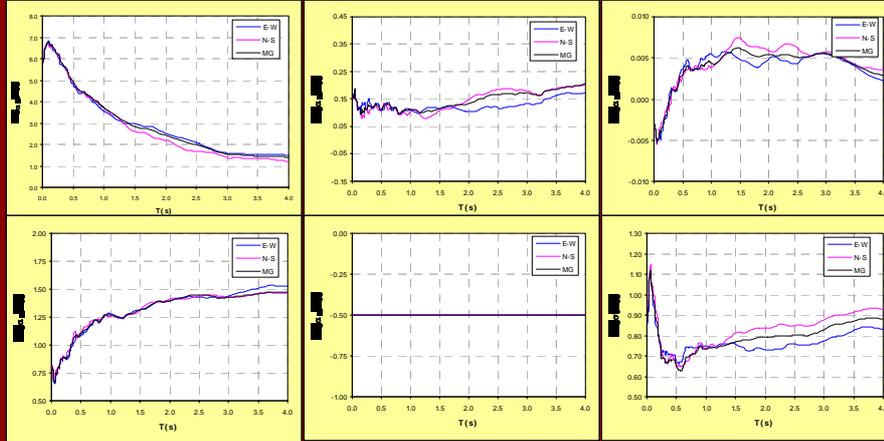


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

VALORES ESPERADOS A POSTERIORI – INTERFACE

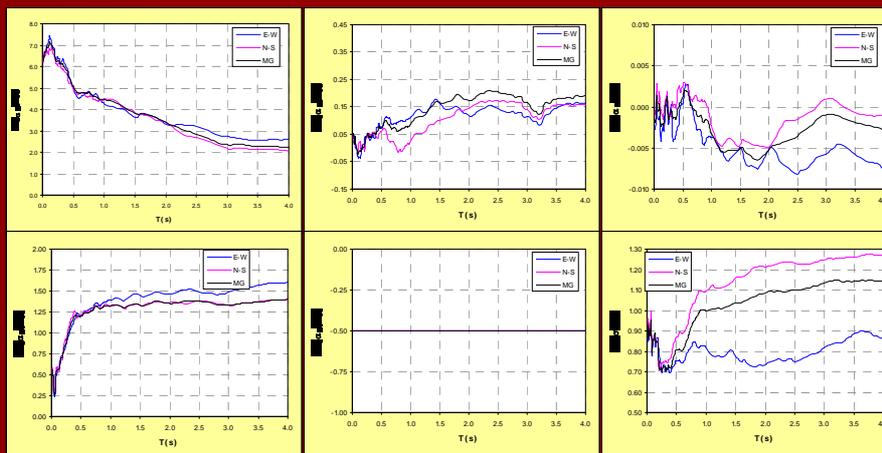


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPÓN-CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

VALORES ESPERADOS A POSTERIORI – INTERFACE - LIMA

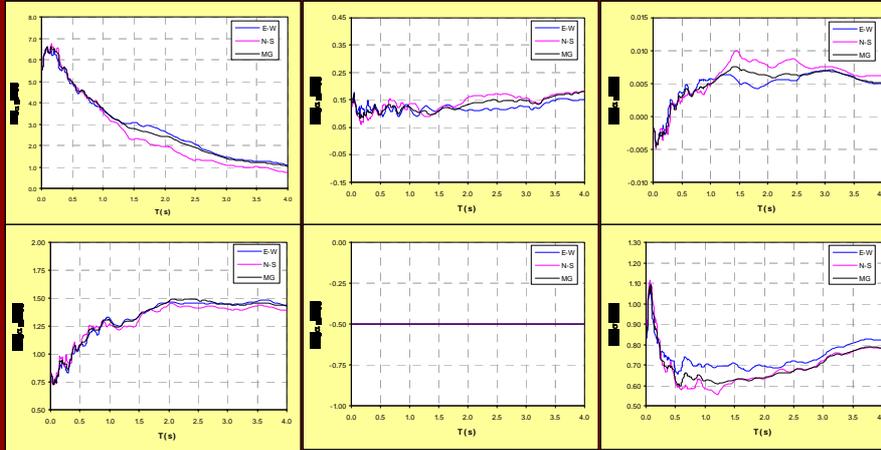


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPÓN-CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

VALORES ESPERADOS A POSTERIORI – INTERFACE – ZONA SUR

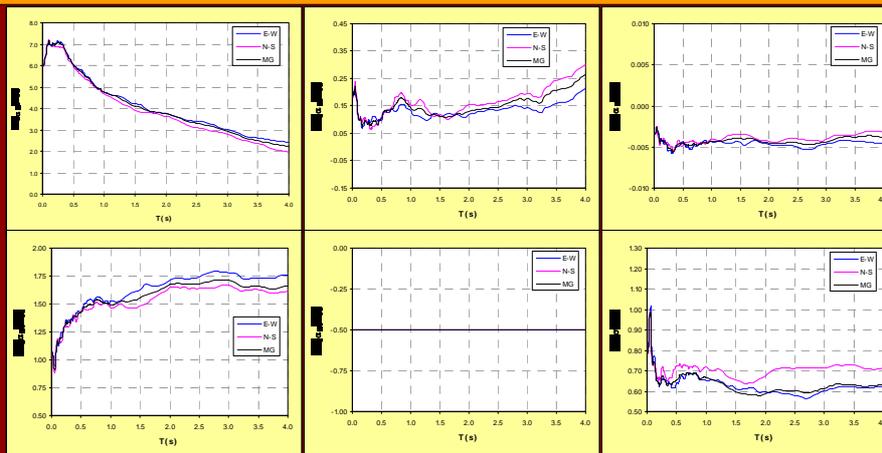


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

VALORES ESPERADOS A POSTERIORI – INTRAPLACA

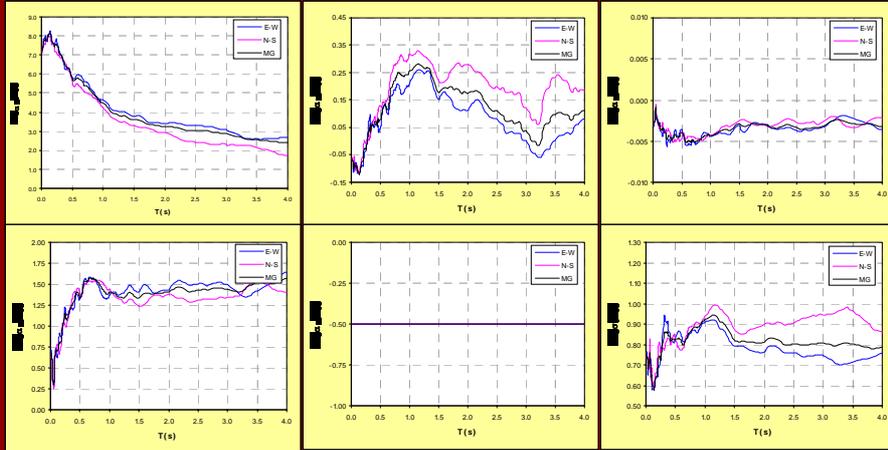


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

VALORES ESPERADOS A POSTERIORI – INTRAPLACA - LIMA

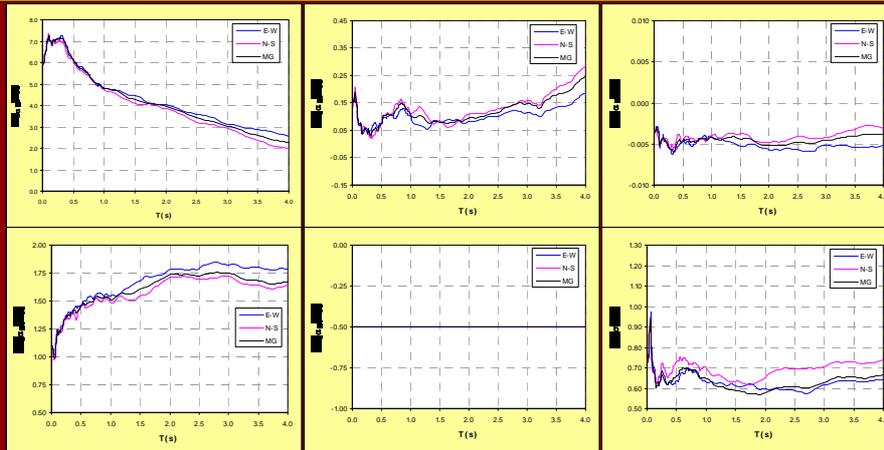


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

VALORES ESPERADOS A POSTERIORI – INTRAPLACA – ZONA SUR

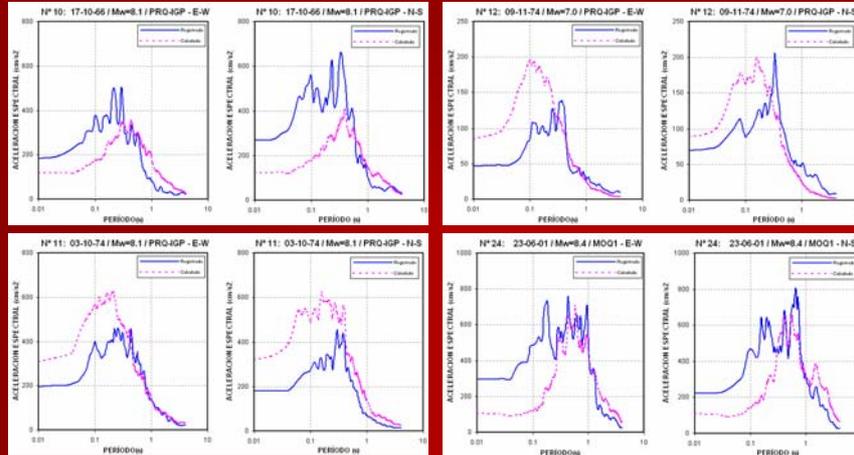


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

ESPECTROS DE RESPUESTA – SISMOS DE INTERFACE

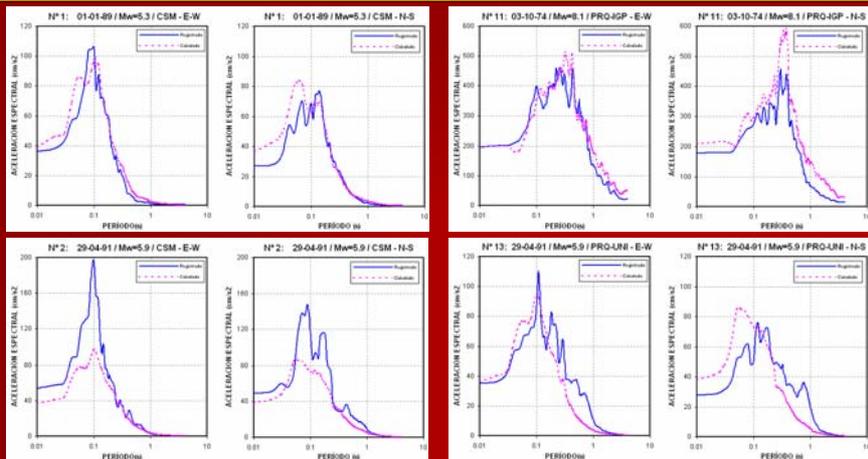


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPÓN-CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

ESPECTROS DE RESPUESTA – SISMOS DE INTERFACE - LIMA

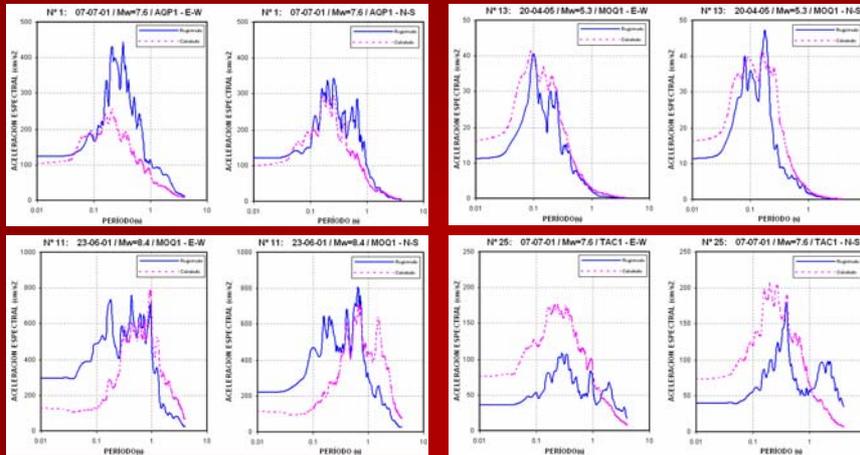


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPÓN-CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

ESPECTROS DE RESPUESTA – SISMOS DE INTERFACE - SUR

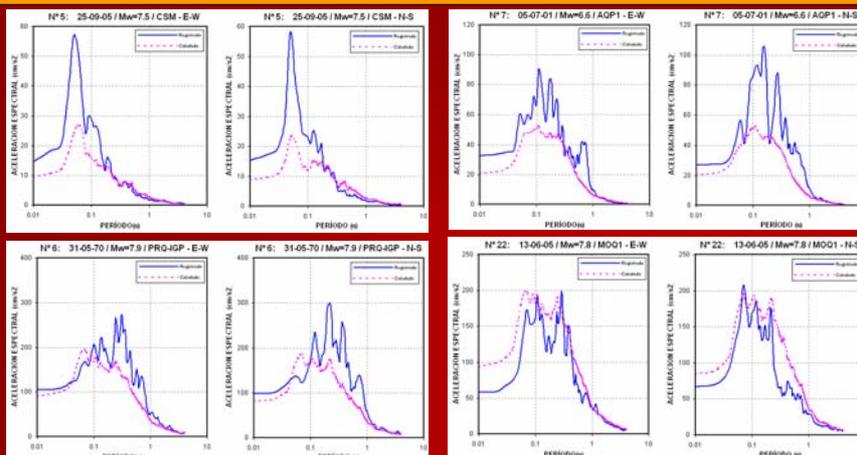


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON-CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

ESPECTROS DE RESPUESTA – SISMOS DE INTRAPLACA

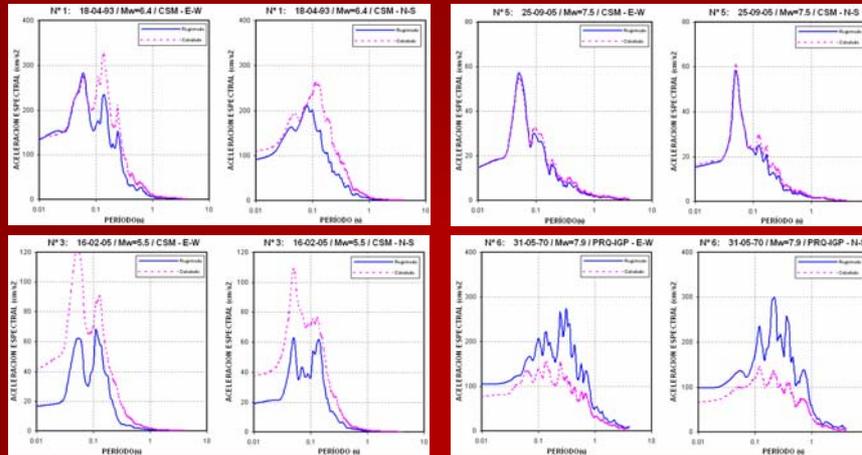


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON-CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

EPECTROS DE RESPUESTA – SISMOS DE INTRAPLACA - LIMA

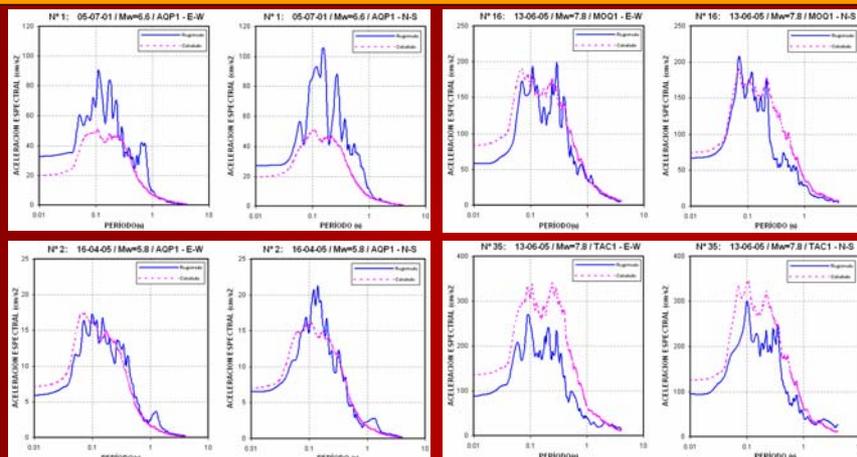


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON-CISMID



RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

EPECTROS DE RESPUESTA – SISMOS DE INTRAPLACA - SUR

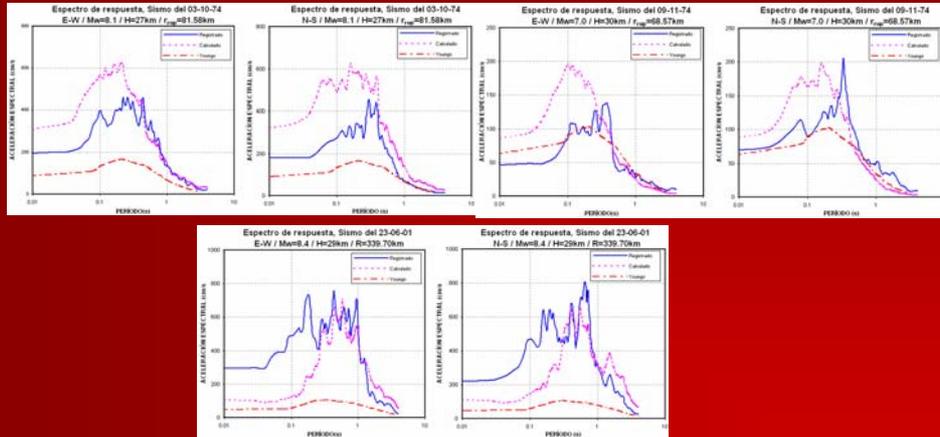


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON-CISMID



COMPARACIÓN

ESPECTROS DE RESPUESTA – SISMOS DE INTERFACE

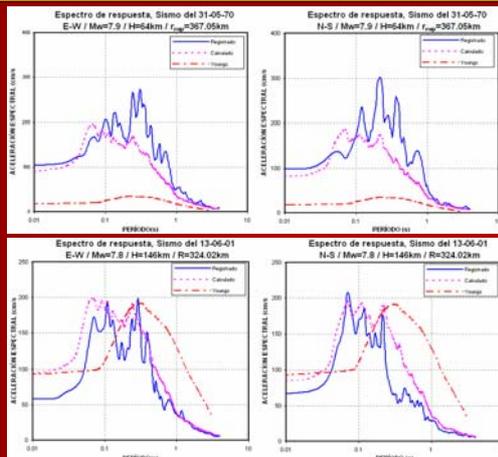


CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON-CISMID



COMPARACIÓN

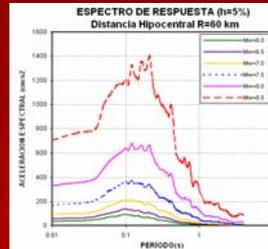
ESPECTROS DE RESPUESTA – SISMOS DE INTRAPLACA



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES PERÚ-JAPON-CISMID



POSIBLES ESCENARIOS



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



CONCLUSIONES

❖ Las relaciones de atenuación para aceleraciones espectrales obtenidas en esta investigación, mediante la técnica de regresión lineal bayesiana, presentan resultados muy aceptables y demuestran que las leyes aquí determinadas tienen un mejor comportamiento en comparación al modelo propuesto por Youngs et al.



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



CONCLUSIONES

❖ Para el cálculo del peligro sísmico en el Perú y espectros de peligro uniforme, se recomienda utilizar los coeficientes a posteriori correspondiente a la media geométrica, por ser una estimación intermedia y no tan conservadora como usar la ordenada máxima de las componentes horizontales.



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



CONCLUSIONES

❖ Las leyes de atenuación propuestas, predicen adecuadamente los niveles de aceleración espectral registrados para sismos de interface e intraplaca, obteniéndose resultados estadísticamente aceptables con valores de desviación estándar promedio de 0.76 para sismos de interface y de 0.65 para sismos de intraplaca.



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



CONCLUSIONES

❖ Los resultados muestran que, para sismos de interface de poca profundidad y con magnitud $M_w=8.5$, pueden presentarse aceleraciones máximas en la base de hasta 0.81 veces la aceleración de la gravedad, generando aceleraciones espectrales de hasta dos veces la aceleración de la gravedad, para periodos en el intervalo de 0.12s a 0.21s.



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



CONCLUSIONES

❖ Sin la libre disposición de registros de movimientos fuertes obtenidos por la red acelerográfica del CISMID, no hubiera sido posible la presente tesis de investigación.

❖ Los resultados obtenidos en la presente tesis son una primera aproximación estadísticamente aceptable, por lo tanto, con el aumento muy probable de registros de movimientos fuertes, y un mejor conocimiento del mecanismo focal de los sismos, se deberá ir actualizando las leyes de atenuación espectral propuestas en la presente investigación.



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



RECOMENDACIONES

- ❖ Homogenizar y mantener actualizados y revisados los catálogos sísmicos.
- ❖ Continuar con la implementación de la red acelerográfica del CISMID, mediante la instalación de un mayor número de equipos triaxiales de movimientos (Etna o similares), y mantener actualizada la web del CISMID con la finalidad de continuar las investigaciones en este campo de la ingeniería sísmica.



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



INVESTIGACIONES FUTURAS

- ❖ Actualizar los parámetros de sismicidad local utilizando técnicas bayesianas.
- ❖ Cálculo del Peligro Sísmico con las leyes de atenuación propuestas, con la finalidad de obtener mapas de isoaceleraciones espectrales y espectros de peligro uniforme para el Perú.



CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID



**GRACIAS
POR SU ATENCIÓN**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN
DE DESASTRES PERÚ-JAPON- CISMID**

