



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**CURVAS DE ATENUACIÓN ESPECTRALES
PARA SISMOS CHILENOS**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

VÍCTOR ALEJANDRO CONTRERAS LUARTE

PROFESOR GUÍA:
RUBÉN BOROSCHEK KRAUSKOPF

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
DIANA COMTE SELMAN
REYNALDO CHARRIER GONZÁLEZ

SANTIAGO DE CHILE
OCTUBRE DE 2009

CURVAS DE ATENUACIÓN ESPECTRALES PARA SISMOS CHILENOS.

En este trabajo se establecen relaciones de atenuación para los sismos chilenos considerando la aceleración máxima horizontal del suelo (PGA) como parámetro característico. Además, se incorpora por primera vez en Chile, el desarrollo de curvas de atenuación para aceleraciones espectrales horizontales.

Como primera etapa se recopilaron datos de aceleraciones desde 1945 hasta Junio de 2008. Para ello se consideró una base de datos sólo de acelerogramas chilenos de sismos Interplaca e Intraplaca de Profundidad Intermedia. Con el fin de estimar la distancia más cercana desde las estaciones de registro hasta la ruptura se realizó la modelación de las superficies de ruptura para sismos de magnitud $M_w \geq 6.0$ a partir del estudio de réplicas.

Las curvas de atenuación fueron desarrolladas de acuerdo al procedimiento descrito por Atkinson y Boore (2003) utilizando una regresión de tipo bayesiana. Las fórmulas propuestas consideran diferencias entre mecanismo focal; Sismos Interplaca e Intraplaca de Profundidad Intermedia, y tipo de suelo; Roca o Suelo. La clasificación de Suelo utilizada en este trabajo considera las definiciones de Tipo II y III de las normas nacionales. Por otra parte, la base de datos fue dividida de acuerdo a la magnitud de los sismos. Para ello, se realizaron regresiones independientes separando los eventos con magnitud $M_w \geq 6.5$ de los eventos menores.

A partir de los registros y estudios sismológicos adicionales se logró la modelación de la superficie de ruptura de la mayoría de los sismos Interplaca estudiados, en cambio, esto fue posible sólo para una cantidad muy limitada de sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia, principalmente porque éstos últimos presentan una escasa cantidad de réplicas. Este resultado permitió obtener una relación empírica entre superficie de ruptura (A_{rup}) y magnitud (M_w) para sismos Interplaca.

La base de datos de sismos chilenos estudiada, dada la distribución por magnitud y distancia existente, permitió una estimación de curvas de atenuación espectrales y de aceleraciones máximas. Las desviaciones estándar de los errores, en escala logarítmica, se encuentran dentro del rango de 0.2-0.35, donde se observa que la dispersión de los datos con magnitudes mayores ($M_w \geq 6.5$) es más baja.

Las curvas obtenidas indican que las aceleraciones registradas en estaciones ubicadas en suelo son más elevadas que las registradas en estaciones ubicadas en roca. Las aceleraciones espectrales máximas se producen en general para períodos entre los 0.2 y 0.4 segundos. Además, se evidencia que los sismos chilenos poseen una baja componente de aceleración para períodos largos, especialmente para eventos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia.

Se confirman resultados anteriores que los sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia presentan mayores aceleraciones para distancias cercanas a la fuente y se atenúan más rápidamente que los sismos Interplaca.

Se aprecia que para el caso chileno, las aceleraciones horizontales máximas y espectrales en general son mayores que las estimadas en trabajos donde se mezclan registros de zonas de subducción de distintas partes del mundo, lo que evidencia la importancia de realizar estos análisis en zonas de subducción específicas. Al comparar los resultados de este estudio, para aceleraciones máximas de terreno, con datos chilenos, por otros autores, se observan valores menores para distancias cercanas a la ruptura, lo que se explica debido a la incorporación del término de saturación y a la definición de distancia utilizada.

INDICE DE CONTENIDOS.

pág.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 METODOLOGÍA.....	2
1.4 ALCANCES.....	3
CAPÍTULO II: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.....	4
2.1 FUENTES SISMOGÉNICAS EN CHILE.....	4
2.2 VARIABLES CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS.....	6
CAPÍTULO III: RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS.....	8
3.1 IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS CON DATOS DE ACELERACIONES.....	8
3.2 DISTRIBUCIÓN DE EVENTOS DE LA BASE DE DATOS.....	11
3.3 ESTACIONES DE REGISTRO DE LA BASE DE DATOS.....	14
3.4 DISTRIBUCIÓN DE REGISTROS DE LA BASE DE DATOS.....	27
CAPÍTULO IV: ESTIMACIÓN DE ÁREAS DE RUPTURA.....	37
4.1 DISTANCIA A LA FUENTE UTILIZADA EN ESTE ESTUDIO.....	37
4.2 ÁREAS DE RUPTURA ESTIMADAS.....	39
CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LAS CURVAS DE ATENUACIÓN.....	43
5.1 FÓRMULA DE ATENUACIÓN UTILIZADA.....	43
5.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO UTILIZADO EN LA REGRESIÓN DE LOS DATOS.....	54
5.3 REGRESIONES FINALES.....	58
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	64
6.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	64
6.2 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.....	94
REFERENCIAS.....	96
ANEXO A: BASE DE DATOS.....	99
ANEXO B: CLASIFICACIÓN SEGÚN TIPO DE SUELO DE LAS ESTACIONES DE REGISTRO.....	129
ANEXO C: ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS DE RUPTURA.....	156
ANEXO D: FUNCIONES MATLAB.....	184

INDICE DE TABLAS.

	pág.
Tabla 1 : Resumen de la Homologación de Escalas de Magnitud.....	10
Tabla 2 : Distribución de Eventos según Magnitud.....	11
Tabla 3 : Distribución de Eventos por Año.....	12
Tabla 4 : Distribución de Eventos según Fuente Sismogénica.....	13
Tabla 5 : Coordenadas geográficas de las estaciones de registro de la base de datos.	15
Tabla 6 : Coordenadas geográficas de las estaciones utilizadas en este estudio.	17
Tabla 7 : Clasificación de los suelos de las estaciones de registro utilizada en este estudio.	19
Tabla 8 : Distribución de los Registros según tipo de información reportada.	27
Tabla 9 : Distribución de Registros según Magnitud del Evento asociado.	28
Tabla 10 : Distribución de Registros por Año.....	29
Tabla 11 : Distribución de Registros según Aceleraciones Máximas.....	30
Tabla 12 : Distribución de Registros según Distancia Hipocentral.....	31
Tabla 13 : Distribución de Registros según Distancia Epicentral.....	32
Tabla 14 : Distribución de Registros según Distancia más cercana a la ruptura.	33
Tabla 15 : Distribución de Registros según Estación.....	34
Tabla 16 : Distribución de Registros según Tipo de suelo de la estación de registro.	36
Tabla 17 : Resumen de los sismos $M_w \geq 6.0$ con área de ruptura modelada.	39
Tabla 18 : Áreas de ruptura estimadas de los eventos con Magnitud $M_w \geq 6.0$	40
Tabla 19 : Resultados regresión preliminar de los datos de eventos Interplaca (T =1 seg.).....	47
Tabla 20 : Resultados regresión preliminar de los datos de eventos Interplaca (T =2 seg.).....	48
Tabla 21 : Resultados regresión preliminar de los datos de eventos Intraplaca (T =1 seg.).....	49
Tabla 22 : Resultados regresión preliminar de los datos de eventos Intraplaca (T =2 seg.).....	50
Tabla 23 : Resumen de datos utilizados en la determinación del parámetro g.....	51
Tabla 24 : Constantes de la regresión para eventos del tipo Interplaca y $M_w \geq 6.5$ utilizados para determinar la amplificación por tipo de suelo.	58
Tabla 25 : Constantes de la regresión para eventos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia y $M_w \geq 6.5$ utilizados para determinar la amplificación por tipo de suelo.	59
Tabla 26 : Resumen de la obtención de las constantes de amplificación por tipo de suelo.	59
Tabla 27 : Constantes de la regresión definitiva para eventos del tipo Interplaca y $M_w \geq 6.5$	60
Tabla 28 : Constantes de la regresión definitiva para eventos del tipo Interplaca y $M_w \leq 6.5$	60
Tabla 29 : Constantes de la regresión definitiva para eventos del tipo Intraplaca y $M_w \geq 6.5$	60
Tabla 30 : Constantes de la regresión definitiva para eventos del tipo Intraplaca y $M_w \leq 6.5$	60
Tabla 31 : Factor de sub o sobrestimación de aceleraciones incurrido para sismos con $M_w \geq 6.5$... 75	
Tabla 32 : Factor de sub o sobrestimación de aceleraciones incurrido para sismos con $M_w \leq 6.5$ 75	

INDICE DE TABLAS ANEXO A.

	pág.
Tabla A1: Eventos de la base de datos.....	100
Tabla A2: Registros de la base de datos.....	112

INDICE DE TABLAS ANEXO B.

	pág.
Tabla B1: Clasificación de los suelos de las estaciones de registro reportada por diversas fuentes.....	131
Tabla B2: Resumen de la clasificación de las estaciones de registro según tipo de suelo generada a partir de los registros de aceleraciones.....	134
Tabla B3: Período natural de los suelos NCh 433 e intervalos establecidos en este estudio.....	137

INDICE DE TABLAS ANEXO C.

	pág.
Tabla C1: Resumen de las áreas de ruptura modeladas.....	158
Tabla C2: Distancia más cercana a la ruptura calculada para estaciones que registraron sismos con magnitud $M_w \geq 6$	159

INDICE DE TABLAS ANEXO D.

	pág.
Tabla D1 : Campos de la estructura <i>baseeventos</i>	185
Tabla D2 : Campos de la estructura <i>baseregistros</i>	186
Tabla D3 : Campos de la estructura <i>baseestacion</i>	187

INDICE DE FIGURAS.

	pág.
Figura 1 : Esquema de la subducción sudamericana.	5
Figura 2 : Mecanismos de Falla típicos en Chile: (1) Superficial Cortical, (2) Ante-arco, (3) Subducción Interplaca, (4) Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia, (5) Subducción Intraplaca Profundo.	6
Figura 3 : Relación entre Magnitudes M_w y M_s	8
Figura 4 : Relación entre Magnitudes M_w y m_b	9
Figura 5 : Relación entre Magnitudes M_w y M_L	9
Figura 6 : Distribución de Eventos según Magnitud.	11
Figura 7 : Distribución de Eventos por Año.	12
Figura 8 : Distribución de Eventos según Fuente Sismogénica.	13
Figura 9 : Estaciones de Registro Decimoquinta Región de Arica y Parinacota, Primera Región de Tarapacá.	21
Figura 10 : Estaciones de Registro Segunda Región de Antofagasta.	22
Figura 11 : Estaciones de Registro Tercera Región de Atacama, Cuarta Región de Coquimbo.	23
Figura 12 : Estaciones de Registro Quinta Región de Valparaíso, Región Metropolitana.	24
Figura 13 : Estaciones de Registro Sexta Región del General Libertador Bernardo O'Higgins, Séptima Región del Maule, Octava Región del Bío-Bío.	25
Figura 14 : Estaciones de Registro Novena Región de la Araucanía, Decimocuarta Región de Los Ríos, Décima Región de Los Lagos, Decimoprimer Región Aysén del General Carlos Ibañez del Campo.	26
Figura 15 : Distribución de los Registros por tipo.	27
Figura 16 : Distribución de Registros según Magnitud del Evento asociado.	28
Figura 17 : Distribución de Registros por Año.	29
Figura 18 : Distribución de Registros según Aceleración Máxima Componente Horizontal.	30
Figura 19 : Distribución de registros según Aceleración Máxima Componente Vertical.	30
Figura 20 : Distribución de Registros según Distancia Hipocentral.	31
Figura 21 : Distribución de Registros según Distancia Epicentral.	32
Figura 22 : Distribución de Registros según Distancia más cercana a la ruptura.	33
Figura 23 : Distribución de Registros según Tipo de suelo de la estación de registro.	36
Figura 24 : Distintas definiciones de distancia a la fuente utilizadas en la obtención de leyes de atenuación. La zona sombreada corresponde a la extensión de la ruptura.	38
Figura 25 : Relación entre la magnitud de los sismos y el área de ruptura estimada.	41
Figura 26 : Relación entre la magnitud de los sismos y el área de ruptura estimada desagregando por fuente sismogénica.	41

Figura 27 : Comparación del ajuste de las curvas de atenuación PGA al variar la constante a del término de saturación Δ para eventos del tipo Interplaca ($M_w=8.0\pm 0.5$, $H=35$ km).....	44
Figura 28 : Comparación del ajuste de las curvas de atenuación PGA al variar la constante b del término de saturación Δ para eventos del tipo Interplaca ($M_w=8.0\pm 0.5$, $H=35$ km).....	45
Figura 29 : Pendiente de $\log A$ v/s $\log R$	52
Figura 30 : Ilustración de la diferencia en la atenuación entre los sismos del tipo Interplaca (izquierda) y los del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia (derecha) para $M_w=7\pm 0.3$	53
Figura 31 : Comparación entre la pendiente de la atenuación g determinada en este estudio y la utilizada por Atkinson y Boore.	53
Figura 32 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 6.5, 7.5, 8.5$; $H=35$ km).	61
Figura 33 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 6, 7, 8$; $H=75$ km).	62
Figura 34 : Aceleraciones espectrales sismos del tipo Subducción Interplaca $M_w=8.5$, $H=35$ km (izquierda) y del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia $M_w=8.0$, $H=75$ km (derecha), para distancias a la ruptura $D=60, 100$ y 200 km.	63
Figura 35 : Comparación entre las curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 6.5$, $H=35$ km).....	65
Figura 36 : Comparación entre las curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 6.5$, $H=35$ km).....	66
Figura 37 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 8.0 \pm 0.5$, $H=35$ km).....	67
Figura 38 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 7.0 \pm 0.5$, $H=35$ km).....	68
Figura 39 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 6.0 \pm 0.5$, $H=35$ km).....	69
Figura 40 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 5.5 \pm 0.5$, $H=35$ km).....	70
Figura 41 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 7.8 \pm 0.5$, $H=75$ km).....	71
Figura 42 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 7.0 \pm 0.5$, $H=75$ km).....	72
Figura 43 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 6.0 \pm 0.5$, $H=75$ km).....	73
Figura 44 : Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 5.5 \pm 0.5$, $H=75$ km).....	74

Figura 45 : $\log_{10} error$ (\log_{10} valor medido – \log_{10} valor estimado) basado en la regresión para eventos del tipo Subducción Interplaca y $M_w \geq 6.5$. La línea segmentada corresponde a \log_{10} (desviación estándar de los errores).	76
Figura 46 : $\log_{10} error$ (\log_{10} valor medido – \log_{10} valor estimado) basado en la regresión para eventos del tipo Subducción Interplaca y $M_w \leq 6.5$. La línea segmentada corresponde a \log_{10} (desviación estándar de los errores).	77
Figura 47 : $\log_{10} error$ (\log_{10} valor medido – \log_{10} valor estimado) en la regresión para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia y $M_w \geq 6.5$. La línea segmentada corresponde a \log_{10} (desviación estándar de los errores).....	78
Figura 48 : $\log_{10} error$ (\log_{10} valor medido – \log_{10} valor estimado) basado en la regresión para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia y $M_w \leq 6.5$. La línea segmentada corresponde a \log_{10} (desviación estándar de los errores).	79
Figura 49 : Comparación de la desviación estándar de los errores para las regresiones realizadas.	80
Figura 50 : Comparación entre los resultados de este estudio (derecha) y el trabajo realizado por Ruiz (izquierda) para eventos del tipo Subducción Interplaca.....	81
Figura 51 : Comparación entre los resultados de este estudio (derecha) y el trabajo realizado por Ruiz (izquierda) para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia. Ruiz no contaba con suficientes datos de Roca Dura para sismos Intraplaca de Prof. Intermedia como para estimar una fórmula de atenuación.....	82
Figura 52 : Comparación entre los resultados obtenidos por Atkinson y Boore (izquierda) y los de este estudio (derecha) para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 8.5$, $D=60$ km) y distintas profundidades ($H=20$ km, $H=35$ km).....	84
Figura 53 : Comparación entre los resultados obtenidos por Atkinson y Boore (izquierda) y los de este estudio (derecha) para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 8.0$, $D=60$ km) y distintas profundidades ($H=50$ km, $H=75$ km).	84
Figura 54 : Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) y Youngs (1997) para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w=8.5$, $H=35$ km).....	85
Figura 55 : Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) y Youngs (1997) para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w=8.5$, $H=20$ km).....	86
Figura 56 : Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w=8.5$, $H=20$ km (izquierda) $H=35$ km (derecha)).....	87

Figura 57 : Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) y Youngs (1997) para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w=7.5$, $H=75$ km).....	88
Figura 58 : Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) y Youngs (1997) para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w=7.5$, $H=50$ km).....	89
Figura 59 : Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w=8.0$, $H=50$ km (izquierda), $H=75$ km (derecha)).	90
Figura 60 : Comparación entre las curvas de atenuación obtenidas en este estudio para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 8.0$, $H = 35$ km) y eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 8.0$, $H = 75$ km).	92
Figura 61 : Comparación entre las curvas de atenuación obtenidas en este estudio para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 8.5$, $H = 35$ km) y eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 8.0$, $H = 75$ km). Las magnitudes corresponden a sismos de diseño.	93

INDICE DE FIGURAS ANEXO B.

Figura B1 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Alto Hospicio, Angol, Antofagasta-Hospital y Antofagasta-U. Católica del Norte.	138
Figura B2 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Arica-Cementerio, Arica-Cerro La Cruz, Arica-Costanera y Calama-Hospital.	139
Figura B3 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Cauquenes, Chacalluta, Chillán y Concepción.	140
Figura B4 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Constitución, Copiapó-Hospital, Curicó-Hospital y Cuya-Municipalidad.	141
Figura B5 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de El Loa, Fuerte Baquedano, Hualañe e Illapel.	142
Figura B6 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Iloca, Iquique-Escuela Pública Chipana, Iquique-Hospital e Iquique-Idiem.	143
Figura B7 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Iquique-INP, La Ligua, La Serena-Universidad y Las Tórtolas.....	144
Figura B8 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Llay Llay, Llolleo, Los Vilos y Maipú-CRMS.	145
Figura B9 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Mejillones-EDELNOR, Mejillones-Hospital, Mejillones-Puerto y Melipilla.	146

Figura B10 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Michilla, Papudo, Pica-Consultorio y Pichilemu.....	147
Figura B11 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Pisagua-Retén, Poconchile, Providencia-Hospital Salvador y Puente Alto-Hospital Sótero del Río.	148
Figura B12 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Puente Amolanas, Puerto Aysén, Puerto Cisne y Puerto Patache.	149
Figura B13 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Putre-Retén, Quinta Normal-Hospital Félix Bulnes, Quintay y Rancagua-Hospital Regional.	150
Figura B14 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Rapel, San Felipe, San Fernando y San Pedro de Atacama.	151
Figura B15 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Santiago-Ingeniería, Santiago-Metro Línea 5 Estación Mirador, Talagante-Hospital y Talca.....	152
Figura B16 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Tocopilla-Consultorio, Tocopilla-Gobernación, Tocopilla-Soquimich y Vallenar.	153
Figura B17 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Valparaíso-Almendral, Valparaíso-UTFSM, Ventanas y Viña del Mar.....	154
Figura B18 : Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Viña del Mar- Puente Marga Marga 1, Viña del Mar-Puente Marga Marga 2 y Zapallar.	155

INDICE DE FIGURAS ANEXO C.

	pág.
Figura C1 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 08-07-1971.....	162
Figura C2 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 05-10-1973.....	163
Figura C3 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 16-10-1981.....	164
Figura C4 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 03-03-1985 (22:46:57 hrs.).....	165
Figura C5 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 05-03-1987.....	166
Figura C6 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 30-07-1995.....	167
Figura C7 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 14-10-1997.....	168
Figura C8 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 29-07-1998.....	169
Figura C9 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 09-04-2001.....	170
Figura C10 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 23-06-2001.....	171
Figura C11 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 07-07-2001.....	172
Figura C12 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 01-04-2002.....	173
Figura C13 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 18-06-2002.....	174
Figura C14 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 20-06-2003.....	175
Figura C15 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 28-08-2004.....	176
Figura C16 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 13-06-2005.....	177
Figura C17 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 30-04-2006 (15:16:01 hrs.).....	178
Figura C18 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 30-04-2006 (17:39:43 hrs.).....	179
Figura C19 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 16-07-2006.....	180
Figura C20 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 25-08-2006.....	181
Figura C21 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 12-10-2006.....	182
Figura C22 : Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 14-11-2007.....	183

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL.

1.1 INTRODUCCIÓN.

Chile se ubica en una de las regiones de mayor actividad sísmica del planeta, lo que supone una constante amenaza de ocurrencia de terremotos. Por esta razón, se hace extremadamente necesario conocer los efectos que los eventos sísmicos importantes producen en el territorio nacional y evitar posibles catástrofes que involucren tanto pérdidas materiales como de vidas humanas. En este contexto, la obtención de leyes de atenuación es una de las materias de mayor importancia en el cálculo de la peligrosidad sísmica del país, ya que estas relaciones permiten estimar la amplitud de los movimientos del suelo ante estos fenómenos.

Una curva de atenuación es básicamente una expresión matemática que relaciona el máximo valor de algún parámetro sísmico en estudio, con la magnitud del evento y la distancia a la fuente. Estas relaciones se obtienen a partir del ajuste de los registros sísmicos de una determinada zona por medio de análisis de regresión. Uno de los parámetros más comunes utilizados en la construcción de estas leyes es la aceleración máxima del suelo o PGA.

Distintos autores han desarrollado curvas de atenuación para el caso chileno, considerando diversos parámetros y a partir de diferentes bases de datos de eventos sísmicos. En estos trabajos se utiliza como parámetro característico la aceleración máxima del suelo, entre otros, y el ajuste de los datos se realiza a través de regresión por mínimos cuadrados.

En este estudio se establecen relaciones de atenuación para los sismos chilenos, considerando también la aceleración máxima del suelo (PGA) como parámetro característico, pero además se incorpora el desarrollo de curvas de atenuación espectrales, que tienen la ventaja de considerar toda la serie de tiempo y no sólo su amplitud máxima. Esto se realiza relacionando una amplitud característica espectral en un punto, en función de la magnitud del terremoto, la distancia a la superficie de ruptura y el tipo de suelo. El parámetro de amplitud está dado por valores del espectro de respuesta de aceleraciones (SA) para períodos específicos.

Puesto que la estimación de leyes de atenuación conlleva gran incertidumbre, ya que a menudo los datos que se ajustan a una determinada ley presentan una gran dispersión, los resultados son más precisos para una cierta región cuanto mayor es la muestra de datos empleada. En este caso se recopilieron datos de aceleraciones desde el año 1945 hasta el mes de Junio de 2008 de manera de abarcar una amplia muestra de eventos y obtener resultados representativos.

La obtención de las curvas de atenuación se efectuó a través de regresión bayesiana. Esta técnica presenta una mayor robustez de los resultados en comparación con la regresión por mínimos cuadrados.

1.2 OBJETIVOS.

- Objetivos Generales:

El objetivo principal de este trabajo es la generación de curvas de atenuación de sismos chilenos de acuerdo a los parámetros antes mencionados (PGA y SA), y la obtención de sus desviaciones estándar.

- Objetivos Específicos:

Generación de una base de datos ordenada de eventos sísmicos.

Obtención de superficies de ruptura de eventos sísmicos importantes.

Obtención de curvas de atenuación espectrales.

1.3 METODOLOGÍA.

La metodología seguida en el desarrollo de este estudio es la siguiente:

- Identificación de eventos sísmicos.

Se identificaron los eventos sísmicos que poseen datos de aceleraciones disponibles desde el año 1945 hasta Junio de 2008, realizando una selección a partir de la revisión bibliográfica de trabajos anteriores y de la elección de registros de la Red Nacional de Acelerógrafos.

- Identificación de las áreas de ruptura de los sismos.

A partir del estudio de réplicas, se estimaron las áreas de ruptura para sismos de magnitud mayor a 6.0 que cuentan con datos acelerográficos, entendiendo que normalmente el área de ruptura es menor que el área de réplicas y mucho menor que el área comprendida por la isosista de intensidad VIII.

- Estimación de las curvas de atenuación.

Se realizó la estimación de las curvas de atenuación óptimas y sus desviaciones estándar (entre eventos y entre registros) aplicando técnicas de regresión bayesianas.

- Análisis de los resultados obtenidos y generación de conclusiones.

Se analizaron los resultados obtenidos, realizando una comparación con trabajos anteriores y se estudió la validez y alcance de las leyes de atenuación encontradas. Finalmente se enunciaron las conclusiones que se desprenden del trabajo desarrollado.

1.4 ALCANCES.

Los alcances por capítulo son los siguientes:

- **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL.**

En este capítulo se presenta el tema en forma general, sentando las bases del trabajo a realizar y su alcance. Además, se hacen algunas definiciones necesarias para la adecuada comprensión del mismo.

- **CAPÍTULO II: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.**

En este capítulo se estudian las referencias bibliográficas principales, poniendo especial énfasis en el análisis de aquellas que están referidas a métodos modernos de atenuación.

- **CAPÍTULO III: RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS.**

En este capítulo se identifican los sismos con datos de aceleraciones disponibles, caracterizando estos eventos de acuerdo a los parámetros que se utilizan en la obtención de las curvas de atenuación.

- **CAPÍTULO IV: ESTIMACIÓN DE ÁREAS DE RUPTURA.**

En este capítulo se obtienen modelos que estiman las superficies de ruptura de los terremotos de magnitud mayor a 6. A partir de estos modelos, para cada uno de los eventos, se calcula la distancia más cercana a la ruptura desde las estaciones de registro.

- **CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LAS CURVAS DE ATENUACIÓN.**

En este capítulo se obtienen las curvas de atenuación para aceleraciones máximas y espectrales por medio de la regresión bayesiana. Además, se calculan las desviaciones estándar.

- **CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES.**

En este capítulo se discuten los resultados encontrados en el apartado anterior, realizando un juicio de los valores obtenidos y una comparación con trabajos anteriores. Además, se enuncian las conclusiones finales a partir de todo el trabajo desarrollado y se realizan algunas recomendaciones para futuros trabajos sobre el tema.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.

2.1 FUENTES SISMOGÉNICAS EN CHILE.

De acuerdo a la teoría de la Tectónica de Placas la superficie de la Tierra está dividida en grandes placas rígidas (Litósfera) que se mueven por encima de capas más dúctiles, densas y de temperaturas más elevadas (Astenósfera). La Litósfera está dividida en la actualidad en ocho grandes placas con otras dos docenas de placas más pequeñas. Las ocho placas grandes son la Africana, Antártica, Euroasiática, Indo-australiana, Nazca, Norteamericana, Pacífica y Sudamericana. El alto grado de ductilidad de la Astenósfera permite que los fragmentos de Litósfera o Placas Tectónicas, puedan desplazarse a una velocidad de 5 a 10 cm/año e interactuar entre ellos. Es esta interacción la principal causa de la actividad sísmica en la superficie de la Tierra.

Los principales tipos de interacción entre los bordes de las placas tectónicas se clasifican de tres formas:

- a) Divergentes: Corresponde a la separación paralela relativa de dos placas. A éstas, se asocia la creación de nuevo material cortical, proveniente de la Astenósfera, creando Litósfera Oceánica, la cual se engruesa y enfría al desplazarse las Placas.
- b) Transcurrentes: Corresponde al movimiento paralelo relativo entre dos Placas, o bien, transformante (en una misma Placa), como ocurre en las dorsales activas. En este tipo de interacción, no existe creación o destrucción de material cortical.
- c) Convergentes:
 - Colisión Continente-Continente: Poco comunes, corresponden a menos del 10% de los bordes convergentes en la superficie de la Tierra.
 - Subducción: Éstas pueden corresponder a Subducción de Placa Oceánica bajo otra Placa Oceánica, en la cual subducta la placa más antigua (fría y densa), o Subducción de Placa Oceánica bajo una Placa Continental, en este caso, la Placa Oceánica, más densa, subducta a la Placa Continental. Se reconoce a esta clase de borde como el principal agente destructor de material cortical, dado que éste, al descender a la Astenósfera, pasa a formar parte de ella.

A lo largo de la costa Pacífica de Sudamérica el proceso principal es de convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana a una velocidad aproximada de unos 10 cm/año, generando la subducción de Nazca bajo Sudamérica. En la Figura 1 se muestra un esquema de este proceso.

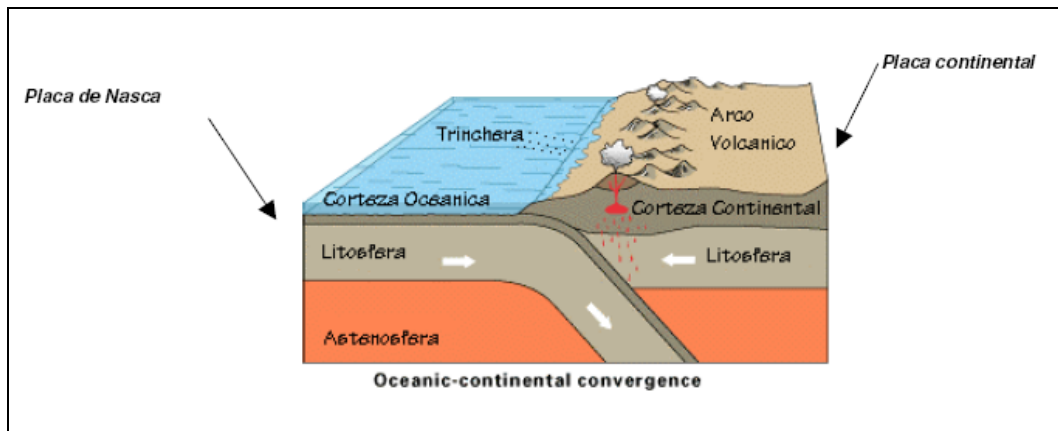


Figura 1: Esquema de la subducción sudamericana.

Dada la situación tectónica del territorio nacional, afectada directamente por la subducción a lo largo de la costa del Pacífico, es éste el origen más recurrente de los sismos, los cuales se pueden diferenciar dependiendo del lugar en que se originen. Para este trabajo se diferenciaron los eventos de carácter subductivo en los siguientes tipos:

1. **Superficial – Cortical:** Eventos ubicados en la Placa Continental, que se producen por lo general en la zona cordillerana a profundidades no mayores a 30 km. De estos terremotos se puede mencionar el sismo de las Melosas del 4 de Septiembre de 1958, de una magnitud de Richter 6.9, el terremoto de Aroma del 24 de Julio de 2001 ($M_w=6.3$), el terremoto de El Fierro del 28 de Agosto de 2004 ($M_w=6.5$).
2. **Ante-arco:** Eventos intraplaca oceánica, también conocidos como eventos “Outer-Rise”, de menor recurrencia, ocurren en la placa de Nazca en donde comienza a curvarse y a introducirse bajo la placa Sudamericana.
3. **Subducción Interplaca:** Eventos que se asocian a la interacción interplaca, producto del contacto entre la Placa de Nazca con la Placa Sudamericana. La mayor parte de los grandes sismos en Chile son de este tipo, entre los más conocidos se encuentran: terremoto de Valparaíso de 1906 ($M_w=8.2$), Talca de 1928 ($M_w=7.6$), Valdivia de 1960 ($M_w=9.5$), La Ligua 1971 ($M_w=7.5$), Valparaíso 1985 ($M_w=7.9$), Antofagasta de 1995 ($M_w=8.0$) y Tocopilla 2007 ($M_w=7.7$).
4. **Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia:** Eventos intraplaca oceánica que ocurren al interior de la placa de Nazca, producto del efecto de la tracción sobre ésta al soportar el peso de la porción de la Placa Continental sobre ella y a su propio peso. Esta zona se extiende desde el desacoplamiento de las placas, a una profundidad de 60 km aproximadamente, hasta profundidades no mayores a 250 km, ejemplos de estos sismos son los de Chillán 1939 ($M_s=7.8$), Santiago 1945 ($M_s=7.1$), La Ligua 1965 ($M_s=7.1$) y Punitaqui 1997 ($M_w=7.1$).
5. **Subducción Intraplaca Profundo:** Eventos que también ocurren al interior de la placa de Nazca, pero a una profundidad hipocentral mayor de 250 km.

En la Figura 2 se muestra un diagrama con los cinco mecanismos de falla típicos de los sismos chilenos, los cuales corresponden a la clasificación por sismogénesis utilizada en este trabajo.

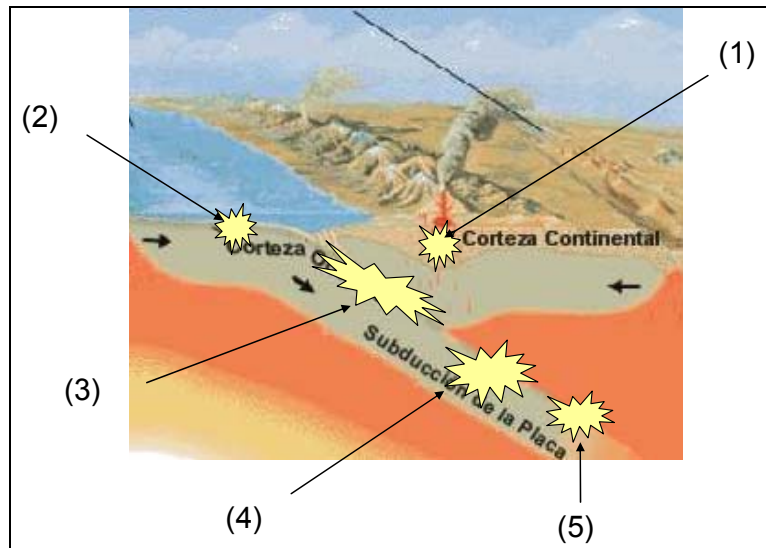


Figura 2: Mecanismos de Falla típicos en Chile: (1) Superficial Cortical, (2) Ante-arco, (3) Subducción Interplaca, (4) Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia, (5) Subducción Intraplaca Profundo.

2.2 VARIABLES CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS.

Este estudio se basa principalmente en la metodología aplicada por Atkinson & Boore, 2003 (Ref. 1), quienes estimaron curvas de atenuación para aceleraciones horizontales máximas y espectrales diferenciando los datos por fuente sismogénica y por tipo de suelo. Los pioneros en esta dirección fueron Youngs y otros, 1997 (Ref. 38), quienes realizaron la subdivisión de fórmulas para una zona de subducción, según si se tratase de un sismo Interplaca o un sismo Intraplaca de Profundidad Intermedia. En ambos trabajos se utilizaron datos de aceleraciones de distintas zonas de subducción del mundo: Alaska, Chile, Cascadia, Japón, México, Perú e Islas Solomon, entre otros. La revisión de estas referencias permitió reconocer las variables que intervienen en el análisis desarrollado.

En este trabajo se obtienen dos tipos de curvas de atenuación. La primera serie de curvas se construye considerando como parámetro característico la aceleración horizontal máxima del suelo (PGA). En el desarrollo del segundo tipo de curvas se considera como parámetro característico de la amplitud sísmica el valor del espectro de respuesta (SA) para períodos específicos y un amortiguamiento del 5%. Las variables que intervienen en la preparación de estas curvas son las siguientes:

- Magnitud del evento:

Se utiliza en el desarrollo de este trabajo la magnitud de momento M_w , ya que no presenta los problemas de saturación observados con las otras escalas de magnitud (e.g. M_s , m_b). Para los sismos que no cuenten con esta magnitud reportada se realiza una conversión de acuerdo a equivalencias existentes entre las distintas magnitudes y/o relaciones obtenidas en este estudio a partir de los datos disponibles.

- Profundidad Focal:

Corresponde a la profundidad reportada del evento sísmico. La fuente de la información es indicada para cada evento.

- Distancia Hipocentral:

Se obtiene de acuerdo a las ubicaciones geográficas del hipocentro de cada evento y la estación de registro correspondiente, entendiéndose que para sismos de grandes magnitudes corresponde sólo al inicio de la ruptura.

- Superficie de ruptura:

Este parámetro es necesario para determinar la distancia más cercana desde las estaciones de registro a la fuente del evento. Su obtención se detalla posteriormente.

- Tipo de suelo:

Se clasifican los suelos de las estaciones de registro de acuerdo a la categorización de la Norma Chilena de Diseño Sísmico de Edificios (Ref. 23), la cual contempla 4 grupos. Posteriormente, se reagrupan en 2 categorías para este estudio: Roca (Tipo I) y Suelo (Tipos II y III).

- Sismogénesis del evento:

Se diferencian los eventos de acuerdo a su sismogénesis. Los posibles tipos de mecanismo de falla, como se indicó anteriormente, son cinco: Sismos Interplaca, Sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia, Sismos Intraplaca Profundos, Sismos Superficiales o Corticales y Sismos Antearco. En principio se consideran todos los mecanismos para la recopilación de la base de datos, pero dada la cantidad porcentual de ocurrencia de éstos se analizan sólo dos tipos en la elaboración de las curvas de atenuación: Sismos Interplaca y Sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia.

CAPÍTULO III: RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS CON DATOS DE ACELERACIONES.

Se identificaron los eventos sísmicos que poseen datos de aceleraciones disponibles desde el año 1945 hasta el mes de Junio de 2008. Para esto se realizó una selección a partir de la revisión bibliográfica de trabajos anteriores y de la elección de registros de la base de datos de la red nacional de acelerógrafos (RENADIC) y la Red Conjunta RAGIC, destinadas a registrar terremotos en Chile. Esta base es manejada por la División Estructuras – Construcción – Geotecnia del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

- *Homologación de Escalas de Magnitud.*

La magnitud de momento (M_w) de los sismos estudiados ha sido obtenida del catálogo de eventos sísmicos del proyecto Global Centroid Moment Tensor (CMT) de la Universidad de Harvard (Ref. 14). En este catálogo sólo se encuentran registrados sismos con magnitud mayor a 5. Para los sismos que no figuran en él se estimaron relaciones lineales entre las distintas escalas a partir de los datos disponibles con el fin de contar con una escala única de magnitud. Las siguientes conversiones fueron aplicadas a las magnitudes reportadas, considerando los siguientes criterios, en este mismo orden:

Criterio 1: Conversión desde M_s a M_w :

Para los sismos con magnitud de ondas superficiales M_s reportada se utilizó la relación de la Figura 3. Esta relación es coherente con que ambas escalas de magnitud son equivalentes en el rango $6.0 \leq M_s \leq 7.5$ (Youngs y otros., 1997, Ref. 38). La conversión realizada para estos eventos fue para datos dentro del rango de $5.6 \leq M_s \leq 7.5$.

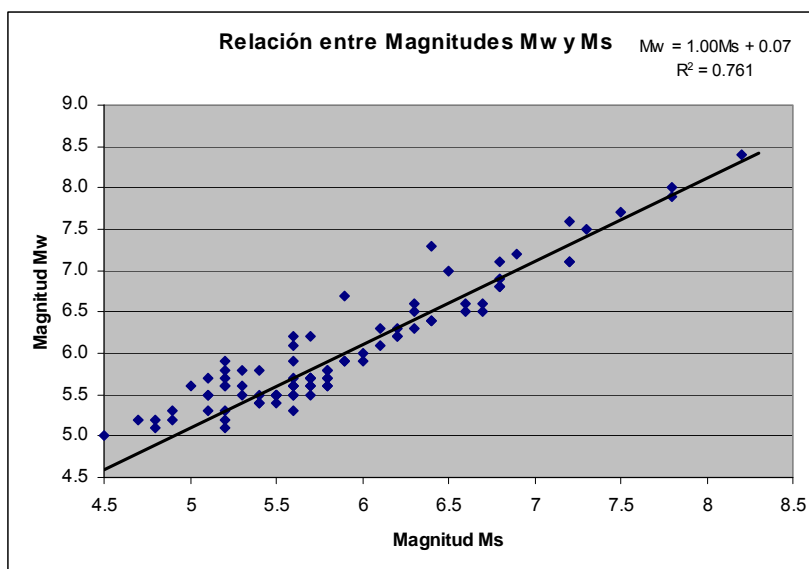


Figura 3: Relación entre Magnitudes M_w y M_s .

Criterio 2: Conversión desde m_b a M_w :

Para los sismos con magnitud de ondas de cuerpo $m_b \geq 5$ reportada se utilizó la relación de la Figura 4. La conversión realizada para estos eventos fue para datos dentro del rango de $5.0 \leq m_b \leq 5.5$.

Para los sismos con magnitud de ondas de cuerpo $m_b < 5$ reportada se consideraron ambas escalas equivalentes.

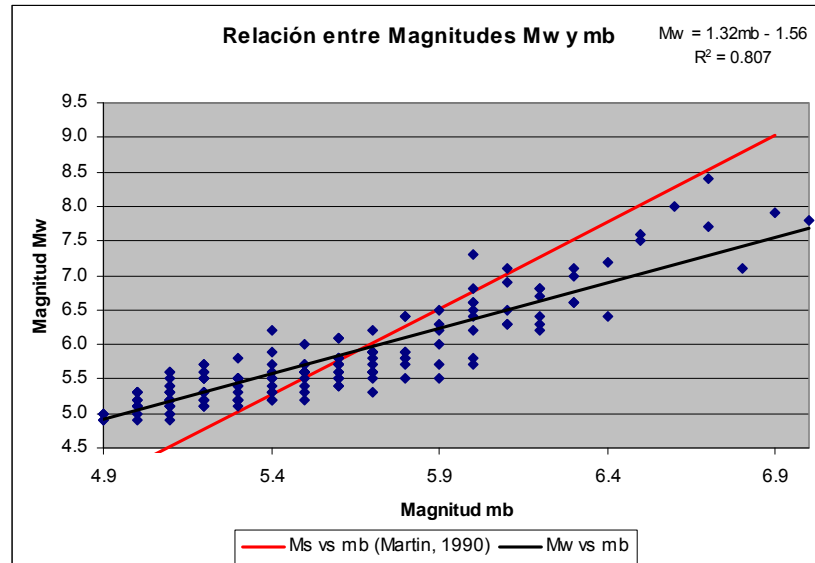


Figura 4: Relación entre Magnitudes M_w y m_b .

Criterio 3: Conversión desde M_L a M_w :

Para los sismos con magnitud local $M_L \geq 5$ reportada se utilizó la relación de la Figura 5. La conversión realizada para estos eventos fue para datos dentro del rango de $5.0 \leq M_L \leq 5.6$.

Para los sismos con magnitud local $M_L < 5$ reportada se consideraron ambas escalas equivalentes.

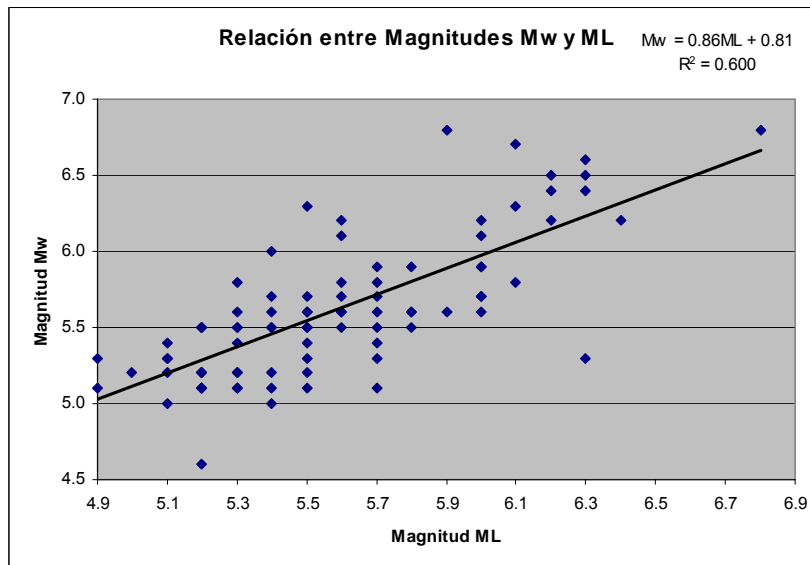


Figura 5: Relación entre Magnitudes M_w y M_L .

Criterio 4: Conversión desde M_C a M_w :

No existen sismos en la base de datos con magnitud de Coda $M_C \geq 5$ reportada.

Para los sismos con magnitud de Coda $M_C < 5$ reportada se consideraron ambas escalas equivalentes.

En la Tabla 1 se aprecia la cantidad porcentual de sismos a los que se aplicó alguno de los cuatro criterios. Este porcentaje se calcula para dos casos: considerando todos los sismos de la base de datos y considerando sólo aquellos sismos que cumplan $M_w \geq 5$.

Tabla 1: Resumen de la Homologación de Escalas de Magnitud.

Criterio Aplicado	Cantidad de Sismos Homologados [%]	
	Considerando todos los sismos	Considerando sismos $M_w \geq 5$
M_w (Catálogo CMT)	45.5	74.4
$M_s \rightarrow M_w$	1.9	3.2
$m_b \rightarrow M_w$	19.1	5.0
$M_L \rightarrow M_w$	33.5	17.4
$M_C \rightarrow M_w$	1.1	0.0

Se observa, que al considerar sólo los eventos sísmicos $M_w \geq 5$, casi el 75% de las magnitudes tienen una fuente confiable (catálogo CMT) y sólo el criterio 3 es utilizado en forma importante. Por otra parte, considerando todos los eventos, los criterios 2 y 3 son bastante utilizados y sólo el 50% de las magnitudes tienen como fuente el catálogo CMT.

- *Determinación de la fuente sismogénica de los eventos.*

La fuente sismogénica de los eventos de la base de datos ocurridos hasta el año 1997 se obtuvo del estudio realizado por Ruiz, 2002 (Ref. 29). Para los sismos restantes, es decir, para los eventos a partir del año 1998, se recurrió a las soluciones del catálogo CMT.

Para los sismos analizados que no figuran en este catálogo el mecanismo se obtuvo a partir de la metodología desarrollada por Poblete, 2008 (Ref. 26). El procedimiento es básicamente el siguiente: en primer lugar se realiza la modelación tridimensional de la geometría de la Placa de Nazca. Luego, utilizando la posición relativa de la coordenada hipocentral con respecto a la Placa Subductada de Nazca, se estima la clasificación a través de algunos criterios de zonificación establecidos.

El método mencionado anteriormente puede inducir a errores, por lo que se realizó una posterior revisión de este parámetro de acuerdo a criterios basados en la profundidad y posición geográfica de los hipocentros. Además, se utilizaron otras referencias bibliográficas para comprobar la fuente sismogénica en los terremotos de mayor importancia.

El catálogo de eventos sísmicos utilizado en este estudio se encuentra en el Anexo A. En este apéndice se enumeran los eventos y se caracterizan de acuerdo a fecha, hora, magnitud, ubicación geográfica y fuente sismogénica. Además se agrega la referencia desde la cual se obtuvieron estos parámetros y la conversión utilizada a magnitud M_w si la hay.

3.2 DISTRIBUCIÓN DE EVENTOS DE LA BASE DE DATOS.

La cantidad de sismos estudiados corresponde a 367 eventos. La base de datos comprende el período entre los sismos ocurridos el 13-09-1945 y el 08-07-2008.

A continuación se muestra la distribución de los eventos sísmicos de acuerdo a Magnitud, Año y Fuente Sismogénica.

Tabla 2: Distribución de Eventos según Magnitud.

Magnitud [M_w]	Cantidad de Eventos
3.5-3.9	4
4.0-4.4	54
4.5-4.9	90
5.0-5.4	106
5.5-5.9	64
6.0-6.4	20
6.5-6.9	13
7.0-7.4	8
7.5-7.9	6
8.0-8.4	2
Total Eventos	367

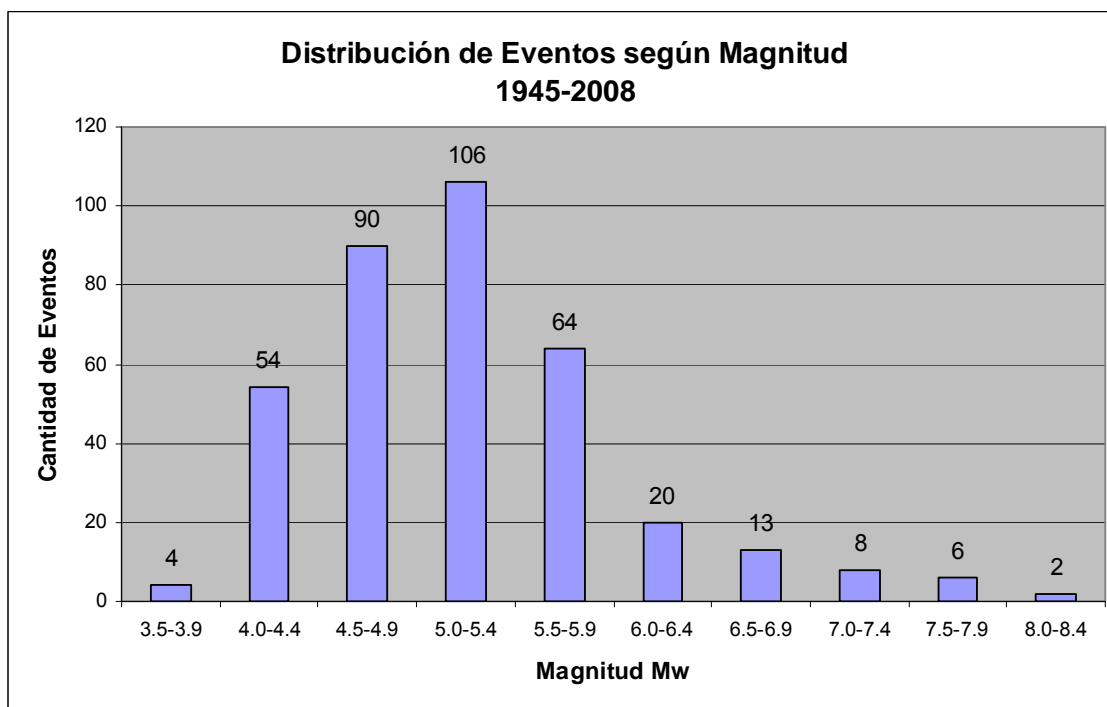


Figura 6: Distribución de Eventos según Magnitud.

Tabla 3: Distribución de Eventos por Año.

Año	Cantidad de Eventos
1945	1
1953	1
1965	1
1967	1
1971	1
1973	1
1974	1
1978	1
1979	1
1981	2
1985	3
1987	3
1995	1
1997	1
1998	12
1999	10
2001	24
2002	26
2003	33
2004	47
2005	57
2006	50
2007	65
2008	24
Total Eventos	367

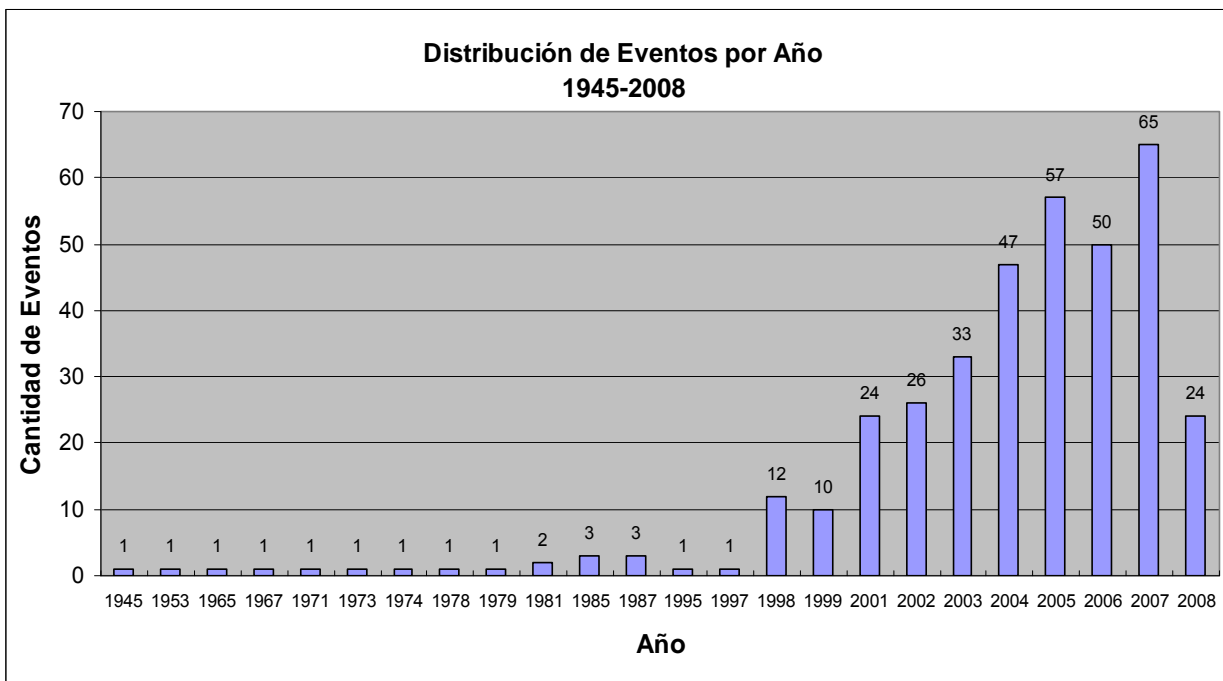


Figura 7: Distribución de Eventos por Año.

Tabla 4: Distribución de Eventos según Fuente Sismogénica.

Fuente Sismogénica	Cantidad de Eventos
Interplaca	172
Intraplaca Prof. Intermedia	175
Superficial Cortical	16
Ante-arco	3
Intraplaca Profundo	1
Total Eventos	367

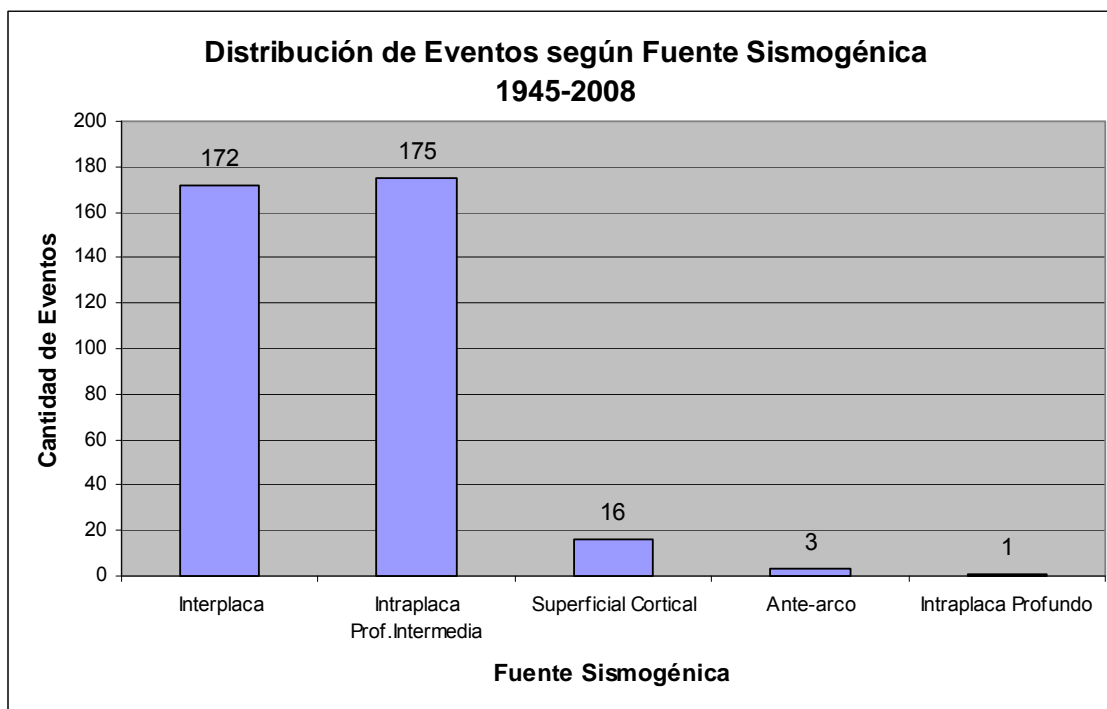


Figura 8: Distribución de Eventos según Fuente Sismogénica.

3.3 ESTACIONES DE REGISTRO DE LA BASE DE DATOS.

A continuación se caracterizan las estaciones de registro que conforman la Red Nacional de Acelerógrafos RENADIC y la red conjunta RAGIC. Además, se agregan estaciones que ya no son parte de estas redes y que reportaron datos de aceleraciones hasta el año 1985.

- *Coordenadas geográficas de las estaciones.*

En la Tabla 5 se muestran las estaciones de registro y sus coordenadas geográficas, las cuales se obtienen de 2 fuentes: directamente de los registros de la Red Nacional de Acelerógrafos (RENADIC), y del listado de estaciones utilizado por Medina, 1998 (Ref. 21). Una vez analizada esta información se realiza un listado definitivo de estaciones de registro con sus respectivas coordenadas geográficas, donde se prefieren los datos reportados por la RENADIC. Este listado se puede apreciar en la Tabla 6.

- *Clasificación del tipo de suelo de las estaciones.*

Por otra parte, se realiza la clasificación del suelo de cada estación de acuerdo a la Norma Chilena de Diseño Sísmico de Edificios (Ref. 23), que divide los suelos en 4 categorías dependiendo de diversos parámetros. Para ello se analiza esencialmente la siguiente información:

- Clasificación genérica principalmente de las estaciones que registraron el sismo del 3 de Marzo de 1985, reportada por Medina (Ref 21).
- Clasificación según la NCh 433 por diversos autores (Riddell, Castro, Vant Sint Jan), reportada por Ruiz (Ref. 29).
- Clasificación según la NCh 433 y según las disposiciones del NEHRP (Ref. 4). También se agrega la velocidad media de ondas de corte V_s sobre los 30 m.

Además, en este estudio se realiza un análisis de los registros de aceleraciones de cada estación de modo de clasificar los suelos de acuerdo a lo siguiente:

- a) La forma del espectro de respuesta de aceleraciones normalizado (SA/PGA).
- b) El período natural del suelo, estimado usando el criterio del cociente entre los espectros de respuesta horizontal y vertical (H/V).

Posteriormente, luego de analizar toda la información recopilada, se obtiene la clasificación definitiva utilizada en este trabajo, la cual se muestra en la Tabla 7, indicando además la fuente de información considerada finalmente.

El detalle de la información analizada para la clasificación según el tipo de suelo se encuentra en el Anexo B.

Tabla 5: Coordenadas geográficas de las estaciones de registro de la base de datos.

N°	Nombre Estación	RENADIC (Ref. 27)		Medina (Ref. 21)	
		Latitud [°]	Longitud [°]	Latitud [°]	Longitud [°]
1	ALTO HOSPICIO	-20.277	-70.099	-	-
2	ANGOL - HOSPITAL	-37.795	-72.708	-	-
3	ANTOFAGASTA - HOSPITAL	-23.570	-70.379	-	-
4	ANTOFAGASTA – U. CATÓLICA DEL NORTE	-23.681	-70.411	-23.675	-70.408
5	ARICA - CEMENTERIO	-18.478	-70.308	-	-
6	ARICA - CERRO LA CRUZ	-18.491	-70.311	-	-
7	ARICA - COSTANERA	-18.466	-70.306	-18.467	-70.317
8	CALAMA - HOSPITAL	-22.459	-68.930	-	-
9	CALDERA	-27.069	-70.817	-	-
10	CAUQUENES	-35.963	-72.321	-35.984	-72.333
11	CHACALLUTA	-18.315	-70.314	-	-
12	CHILLÁN	-36.604	-72.103	-36.600	-72.133
13	COLBÚN	-	-	-35.717	-71.433
14	CONCEPCIÓN	-36.826	-73.055	-36.833	-73.067
15	CONSTITUCIÓN	-35.332	-72.413	-35.333	-72.433
16	COPIAPÓ - HOSPITAL	-27.360	-70.333	-	-
17	CURICÓ - HOSPITAL	-34.981	-71.236	-	-
18	CUYA - MUNICIPALIDAD	-19.158	-70.177	-	-
19	EL COLORADO	-	-	-35.720	-71.430
20	EL LOA	-21.424	-70.056	-	-
21	FUERTE BAQUEDANO	-20.133	-69.751	-	-
22	HUALAÑE	-	-	-34.950	-71.800
23	HUARA	-19.995	-69.771	-	-
24	ILLAPEL	-31.627	-71.164	-31.633	-71.167
25	ILOCA	-	-	-34.933	-72.217
26	IQUIQUE - ESCUELA PÚBLICA CHIPANA	-20.250	-70.120	-	-
27	IQUIQUE - HOSPITAL	-20.214	-70.138	-	-
28	IQUIQUE - IDIEM	-20.220	-70.142	-20.217	-70.167
29	IQUIQUE - INP	-20.213	-70.149	-	-
30	LA LIGUA	-	-	-32.433	-71.242
31	LA SERENA - UNIVERSIDAD	-29.901	-71.245	-	-
32	LAS TORTOLAS	-	-	-33.100	-70.750
33	LLAY LLAY	-	-	-32.841	-70.973
34	LLOLLEO	-33.618	-71.614	-33.650	-71.617
35	LOS VILOS	-	-	-31.933	-71.500
36	MAIPU - CRMS	-33.517	-70.767	-	-
37	MEJILLONES - EDELNOR	-23.088	-70.411	-	-
38	MEJILLONES - HOSPITAL	-23.103	-70.446	-	-
39	MEJILLONES - PUERTO	-23.076	-70.385	-	-
40	MELIPILLA	-	-	-33.700	-71.250
41	MICHILLA	-22.720	-70.280	-	-
42	PAPUDO	-32.508	-71.443	-32.517	-71.467
43	PEHUENCHE	-	-	-35.730	-71.200
44	PELDEHUE	-	-	-33.130	-70.680
45	PICA - CONSULTORIO	-20.492	-69.330	-	-
46	PICHILEMU	-	-	-34.400	-72.017

Tabla 5: Coordenadas geográficas de las estaciones de registro de la base de datos (cont.)

N°	Nombre Estación	RENADIC (Ref. 27)		Medina (Ref. 21)	
		Latitud [°]	Longitud [°]	Latitud [°]	Longitud [°]
47	PISAGUA - RETEN	-19.598	-70.214	-	-
48	POCONCHILE	-18.452	-70.068	-	-
49	PROVIDENCIA - HOSPITAL SALVADOR	-33.437	-70.624	-	-
50	PUENTE ALTO - HOSPITAL SÓTERO DEL RÍO	-33.577	-70.581	-	-
51	PUENTE AMOLANAS	-31.199	-71.612	-	-
52	PUERTO AYSÉN	-45.403	-72.700	-	-
53	PUERTO CISNE	-41.802	-73.535	-	-
54	PUERTO PATACHE	-20.807	-70.194	-	-
55	PUTRE - RETEN	-18.195	-69.559	-	-
56	QUINTA NORMAL - HOSPITAL FÉLIX BULNES	-33.436	-70.690	-	-
57	QUINTAY	-	-	-33.217	-71.700
58	RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	-34.168	-70.727	-	-
59	RAPEL	-	-	-33.967	-71.750
60	SALADILLO	-	-	-32.982	-70.294
61	SAN FELIPE	-	-	-32.750	-70.733
62	SAN FERNANDO	-	-	-34.600	-71.000
63	SAN ISIDRO - SAN PEDRO	-	-	-32.950	-71.300
64	SAN PEDRO DE ATACAMA	-22.910	-68.200	-	-
65	SANTIAGO - ENDESA	-	-	-33.450	-70.650
66	SANTIAGO - INGENIERIA	-	-	-33.460	-70.690
67	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	-33.441	-70.654	-	-
68	SANTIAGO - SANTA LUCIA	-	-	-33.450	-70.650
69	TALAGANTE - HOSPITAL	-33.661	-70.930	-	-
70	TALCA	-35.423	-71.660	-35.417	-71.667
71	TALTAL	-25.405	-70.476	-25.374	-70.517
72	TOCOPILLA - CONSULTORIO	-22.104	-70.214	-	-
73	TOCOPILLA - GOBERNACIÓN	-22.091	-70.198	-	-
74	TOCOPILLA - SOQUIMICH	-22.090	-70.200	-	-
75	VALDIVIA - HOSPITAL	-39.824	-73.213	-	-
76	VALLENAR	-28.575	-70.754	-	-
77	VALPARAÍSO - ALMENDRAL	-33.043	-71.594	-33.030	-71.620
78	VALPARAÍSO - UTFSM	-33.036	-71.595	-33.030	-71.615
79	VENTANAS	-	-	-32.734	-71.479
80	VIÑA DEL MAR	-33.047	-71.510	-33.033	-71.583
81	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	-33.047	-71.510	-	-
82	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	-33.047	-71.510	-	-
83	ZAPALLAR	-32.553	-71.459	-32.583	-71.467

Tabla 6: Coordenadas geográficas de las estaciones utilizadas en este estudio.

N°	Nombre Estación	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
1	ALTO HOSPICIO	-20.277	-70.099
2	ANGOL - HOSPITAL	-37.795	-72.708
3	ANTOFAGASTA - HOSPITAL	-23.570	-70.379
4	ANTOFAGASTA - UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	-23.681	-70.411
5	ARICA - CEMENTERIO	-18.478	-70.308
6	ARICA - CERRO LA CRUZ	-18.491	-70.311
7	ARICA - COSTANERA	-18.466	-70.306
8	CALAMA - HOSPITAL	-22.459	-68.930
9	CALDERA	-27.069	-70.817
10	CAUQUENES	-35.963	-72.321
11	CHACALLUTA	-18.315	-70.314
12	CHILLÁN	-36.604	-72.103
13	COLBÚN	-35.717	-71.433
14	CONCEPCIÓN	-36.826	-73.055
15	CONSTITUCIÓN	-35.332	-72.413
16	COPIAPÓ - HOSPITAL	-27.360	-70.333
17	CURICÓ - HOSPITAL	-34.981	-71.236
18	CUYA - MUNICIPALIDAD	-19.158	-70.177
19	EL COLORADO	-35.720	-71.430
20	EL LOA	-21.424	-70.056
21	FUERTE BAQUEDANO	-20.133	-69.751
22	HUALAÑE	-34.950	-71.800
23	HUARA	-19.995	-69.771
24	ILLAPEL	-31.627	-71.164
25	ILOCA	-34.933	-72.217
26	IQUIQUE - ESCUELA PÚBLICA CHIPANA	-20.250	-70.120
27	IQUIQUE - HOSPITAL	-20.214	-70.138
28	IQUIQUE - IDIEM	-20.220	-70.142
29	IQUIQUE - INP	-20.213	-70.149
30	LA LIGUA	-32.433	-71.242
31	LA SERENA - UNIVERSIDAD	-29.901	-71.245
32	LAS TORTOLAS	-33.100	-70.750
33	LLAYLLAY	-32.841	-70.973
34	LLOLLEO	-33.618	-71.614
35	LOS VILOS	-31.933	-71.500
36	MAIPU - CRMS	-33.517	-70.767
37	MEJILLONES - EDELNOR	-23.088	-70.411
38	MEJILLONES - HOSPITAL	-23.103	-70.446
39	MEJILLONES - PUERTO	-23.076	-70.385
40	MELIPILLA	-33.700	-71.250
41	MICHILLA	-22.720	-70.280
42	PAPUDO	-32.508	-71.443
43	PEHUENCHE	-35.730	-71.200
44	PELDEHUE	-33.130	-70.680
45	PICA - CONSULTORIO	-20.492	-69.330
46	PICHILEMU	-34.400	-72.017

Tabla 6: Coordenadas geográficas de las estaciones utilizadas en este estudio (cont.)

N °	Nombre Estación	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
47	PISAGUA - RETEN	-19.598	-70.214
48	POCONCHILE	-18.452	-70.068
49	PROVIDENCIA - HOSPITAL SALVADOR	-33.437	-70.624
50	PUENTE ALTO - HOSPITAL SÓTERO DEL RÍO	-33.577	-70.581
51	PUENTE AMOLANAS	-31.199	-71.612
52	PUERTO AYSÉN	-45.403	-72.700
53	PUERTO CISNE	-41.802	-73.535
54	PUERTO PATACHE	-20.807	-70.194
55	PUTRE - RETEN	-18.195	-69.559
56	QUINTA NORMAL - HOSPITAL FÉLIX BULNES	-33.436	-70.690
57	QUINTAY	-33.217	-71.700
58	RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	-34.168	-70.727
59	RAPEL	-33.967	-71.750
60	SALADILLO	-32.982	-70.294
61	SAN FELIPE	-32.750	-70.733
62	SAN FERNANDO	-34.600	-71.000
63	SAN ISIDRO - SAN PEDRO	-32.950	-71.300
64	SAN PEDRO DE ATACAMA	-22.910	-68.200
65	SANTIAGO - ENDESA	-33.450	-70.650
66	SANTIAGO - INGENIERIA	-33.460	-70.690
67	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	-33.441	-70.654
68	SANTIAGO - SANTA LUCIA	-33.450	-70.650
69	TALAGANTE - HOSPITAL	-33.661	-70.930
70	TALCA	-35.423	-71.660
71	TALTAL	-25.405	-70.476
72	TOCOPILLA - CONSULTORIO	-22.104	-70.214
73	TOCOPILLA - GOBERNACIÓN	-22.091	-70.198
74	TOCOPILLA - SOQUIMICH	-22.090	-70.200
75	VALDIVIA - HOSPITAL	-39.824	-73.213
76	VALLENAR	-28.575	-70.754
77	VALPARAÍSO - ALMENDRAL	-33.043	-71.594
78	VALPARAÍSO - UTFSM	-33.036	-71.595
79	VENTANAS	-32.734	-71.479
80	VIÑA DEL MAR	-33.047	-71.510
81	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	-33.047	-71.510
82	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	-33.047	-71.510
83	ZAPALLAR	-32.553	-71.459

Tabla 7: Clasificación de los suelos de las estaciones de registro utilizada en este estudio.

N °	Nombre Estación	Tipo de Suelo NCh 433	Referencia
1	ALTO HOSPICIO	II	24
2	ANGOL - HOSPITAL	II	Este Estudio
3	ANTOFAGASTA - HOSPITAL	II	6
4	ANTOFAGASTA - UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	I	21
5	ARICA - CEMENTERIO	II	4
6	ARICA - CERRO LA CRUZ	I	4
7	ARICA - COSTANERA	II	4
8	CALAMA - HOSPITAL	I	24
9	CALDERA	Sin Información	-
10	CAUQUENES	II	4
11	CHACALLUTA	II	Este Estudio
12	CHILLÁN	II	28
13	COLBÚN	I	21
14	CONCEPCIÓN	III	Este Estudio
15	CONSTITUCIÓN	III	4
16	COPIAPÓ - HOSPITAL	II	Este Estudio
17	CURICÓ - HOSPITAL	II	Este Estudio
18	CUYA - MUNICIPALIDAD	II	4
19	EL COLORADO	Sin Información	-
20	EL LOA	II	Este Estudio
21	FUERTE BAQUEDANO	II	Este Estudio
22	HUALAÑE	II	4
23	HUARA	II	6
24	ILLAPEL	II	4
25	ILOCA	II	4
26	IQUIQUE - ESCUELA PÚBLICA CHIPANA	II	Este Estudio
27	IQUIQUE - HOSPITAL	I	4
28	IQUIQUE - IDIEM	II	4
29	IQUIQUE - INP	II	4
30	LA LIGUA	II	4
31	LA SERENA - UNIVERSIDAD	II	Este Estudio
32	LAS TORTOLAS	II	7
33	LLAYLLAY	III	4
34	LLOLLEO	III	4
35	LOS VILOS	I	4
36	MAIPU - CRMS	II	33
37	MEJILLONES - EDELNOR	II	Este Estudio
38	MEJILLONES - HOSPITAL	II	Este Estudio
39	MEJILLONES - PUERTO	II	6
40	MELIPILLA	II	4
41	MICHILLA	I	Este Estudio
42	PAPUDO	II	4
43	PEHUENCHE	Sin Información	-
44	PELDEHUE	I	27
45	PICA - CONSULTORIO	II	4
46	PICHILEMU	II	4
47	PISAGUA - RETEN	I	4
48	POCONCHILE	II	4

Tabla 7: Clasificación de los suelos de las estaciones de registro utilizada en este estudio (cont.)

N °	Nombre Estación	Tipo de Suelo NCh 433	Referencia
49	PROVIDENCIA - HOSPITAL SALVADOR	II	6
50	PUENTE ALTO - HOSPITAL SÓTERO DEL RÍO	II	Este Estudio
51	PUENTE AMOLANAS	I	3
52	PUERTO AYSÉN	II	6
53	PUERTO CISNE	II	6
54	PUERTO PATACHE	I	6
55	PUTRE - RETEN	II	4
56	QUINTA NORMAL - HOSPITAL FÉLIX BULNES	II	Este Estudio
57	QUINTAY	II	4
58	RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	II	6
59	RAPEL	I	4
60	SALADILLO	I	21
61	SAN FELIPE	II	4
62	SAN FERNANDO	II	4
63	SAN ISIDRO - SAN PEDRO	II	4
64	SAN PEDRO DE ATACAMA	II	Este Estudio
65	SANTIAGO - ENDESA	II	4
66	SANTIAGO - INGENIERIA	II	Este Estudio
67	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	II	Este Estudio
68	SANTIAGO - SANTA LUCIA	I	33
69	TALAGANTE - HOSPITAL	II	Este Estudio
70	TALCA	II	4
71	TALTAL	III	27
72	TOCOPILLA - CONSULTORIO	I	Este Estudio
73	TOCOPILLA - GOBERNACIÓN	II	Este Estudio
74	TOCOPILLA - SOQUIMICH	I	4
75	VALDIVIA - HOSPITAL	II	6
76	VALLENAR	II	24
77	VALPARAÍSO - ALMENDRAL	III	4
78	VALPARAÍSO - UTFSM	I	4
79	VENTANAS	III	4
80	VIÑA DEL MAR	III	4
81	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	II	9
82	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	III	9
83	ZAPALLAR	II	4

En las Figuras 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se puede observar la ubicación dentro del territorio nacional de las estaciones de registro consideradas en este estudio, distinguiéndolas de acuerdo a la clasificación por tipo de suelo realizada.

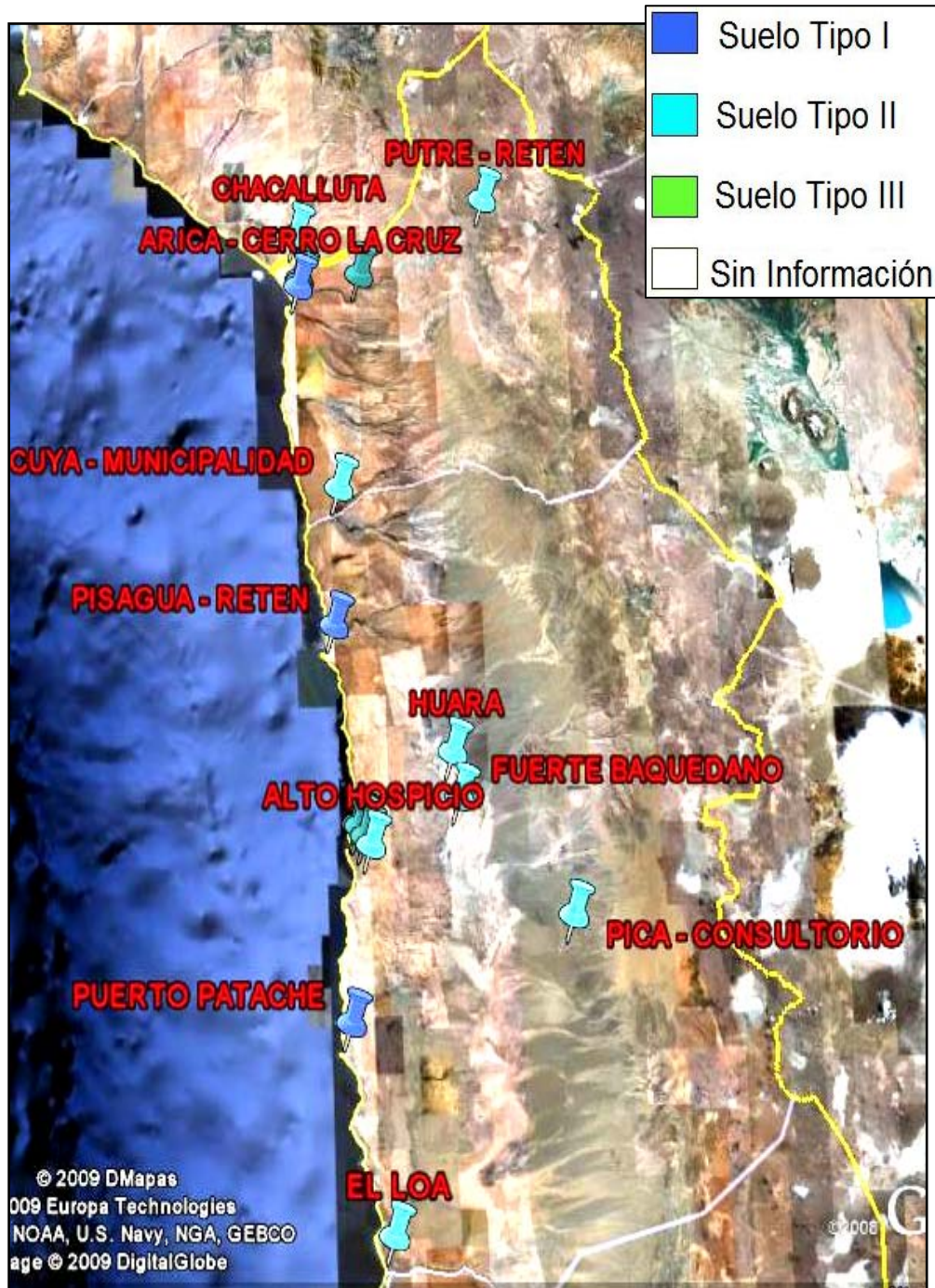


Figura 9: Estaciones de Registro Decimoquinta Región de Arica y Parinacota, Primera Región de Tarapacá.

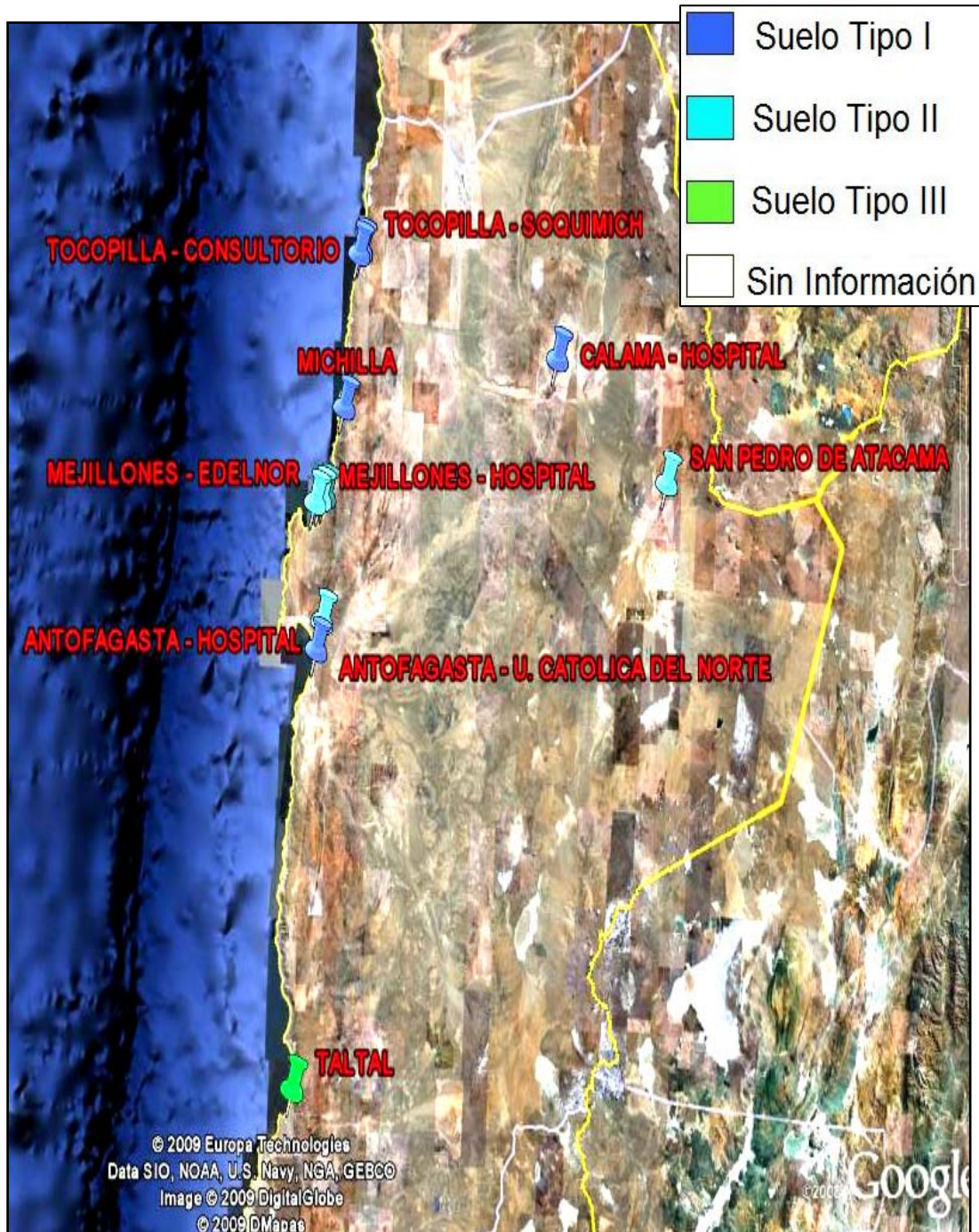


Figura 10: Estaciones de Registro Segunda Región de Antofagasta.

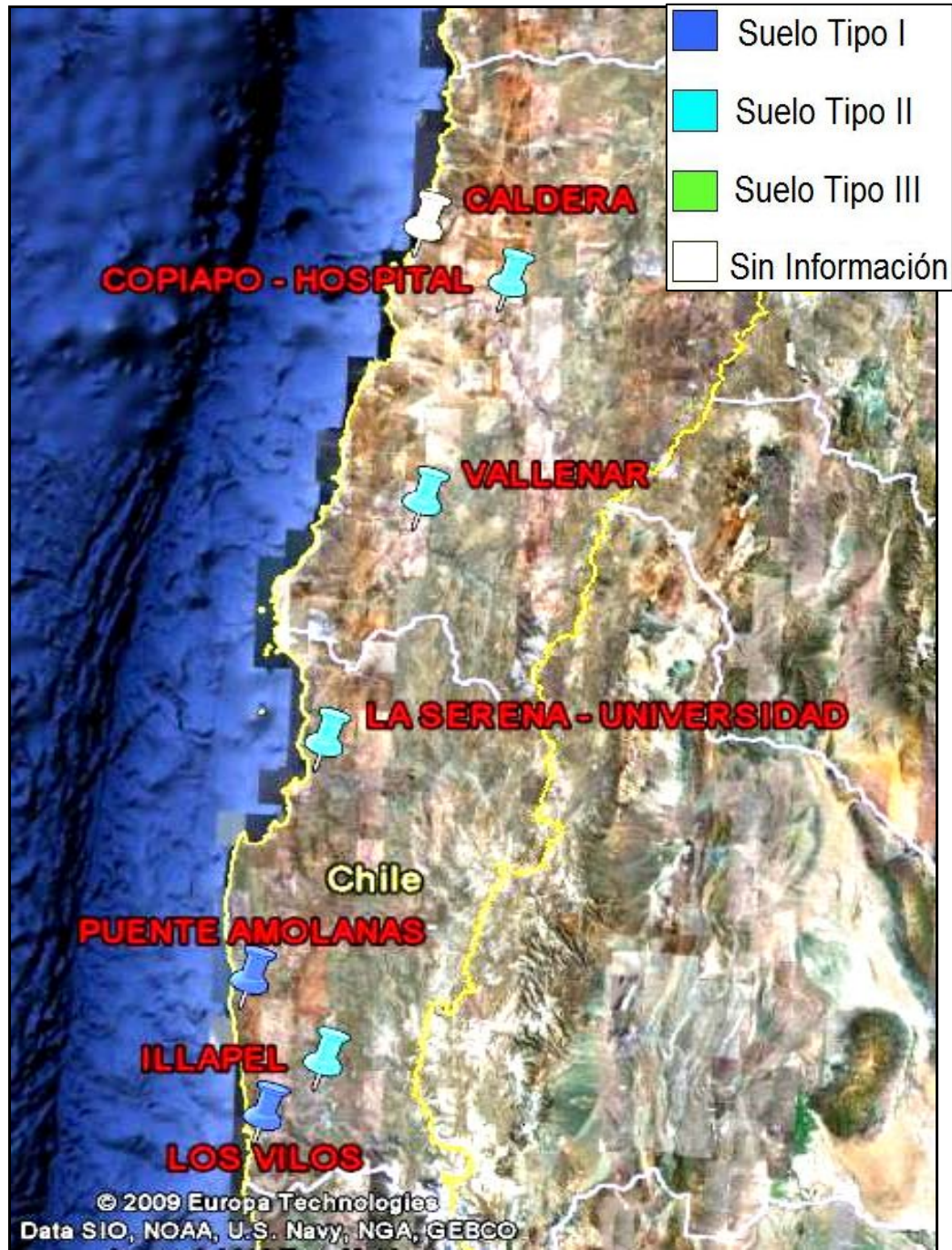


Figura 11: Estaciones de Registro Tercera Región de Atacama, Cuarta Región de Coquimbo.

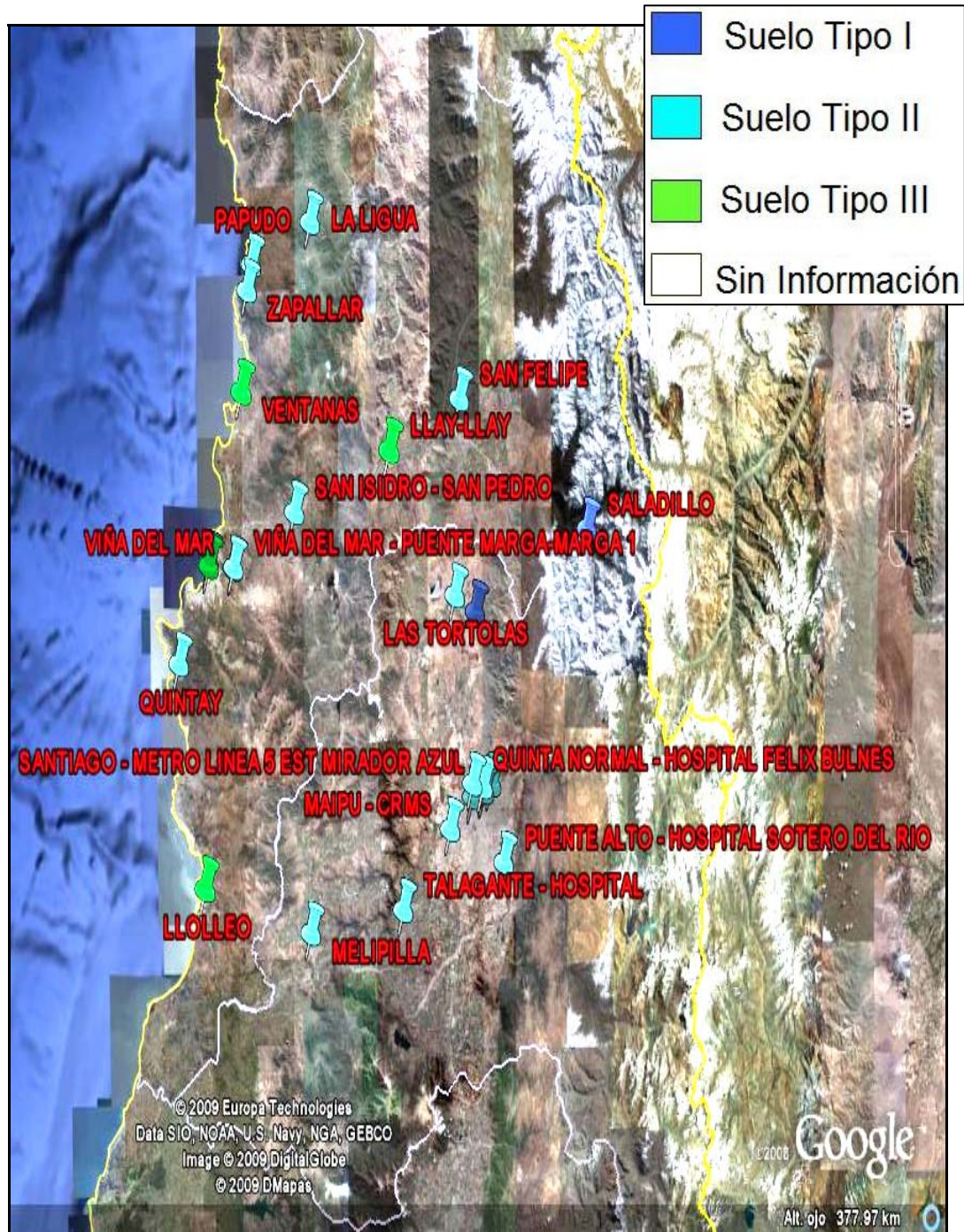


Figura 12: Estaciones de Registro Quinta Región de Valparaíso, Región Metropolitana.

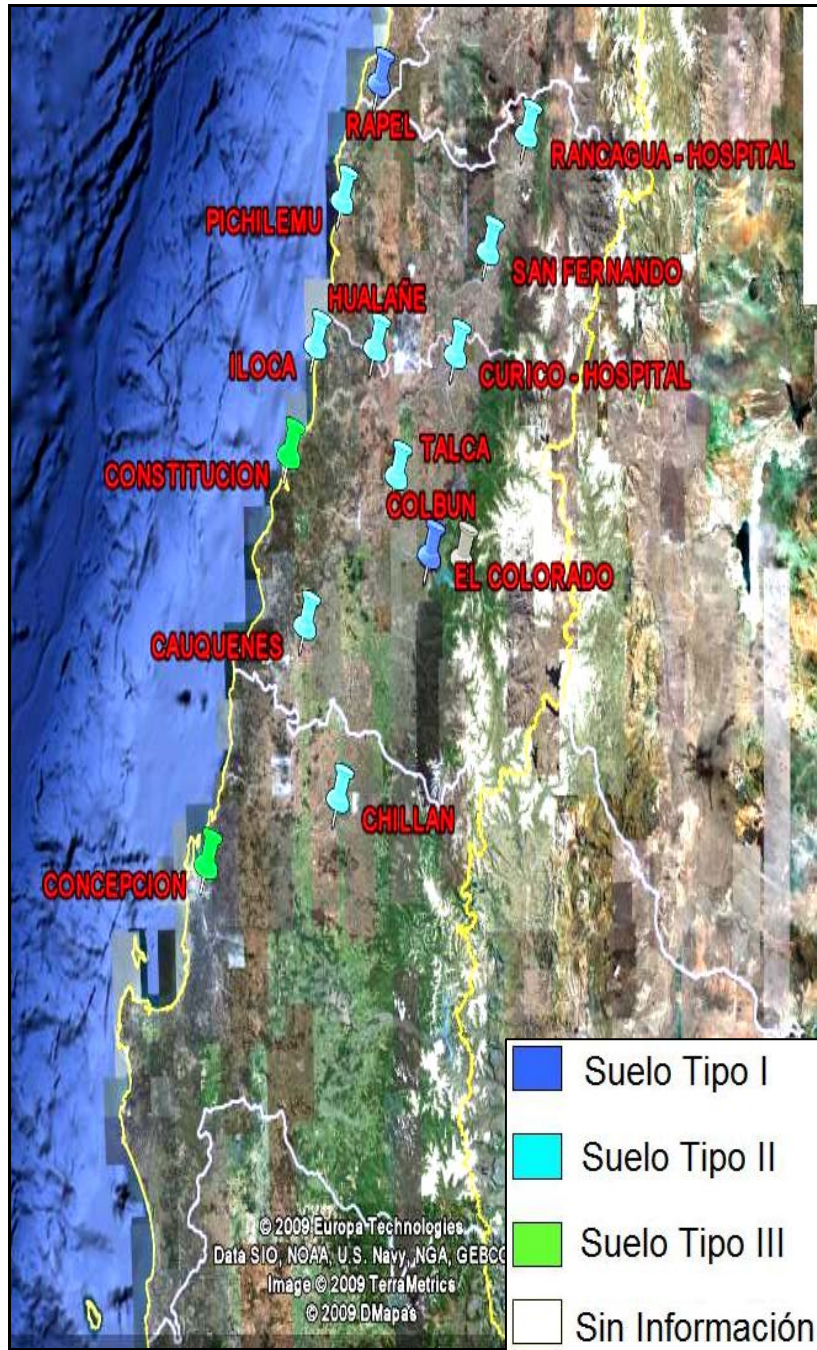


Figura 13: Estaciones de Registro Sexta Región del General Libertador Bernardo O'Higgins, Séptima Región del Maule, Octava Región del Bío-Bío.



Figura 14: Estaciones de Registro Novena Región de la Araucanía, Decimocuarta Región de Los Ríos, Décima Región de Los Lagos, Decimoprimer Region Aysén del General Carlos Ibañez del Campo.

3.4 DISTRIBUCIÓN DE REGISTROS DE LA BASE DE DATOS.

La base de datos estudiada cuenta con 750 datos de aceleraciones. Los datos, a partir del año 1993, son registros de aceleraciones con toda la serie de tiempo del sismo correspondiente, compuestos por dos componentes horizontales y una vertical.

Por otra parte, la mayoría de los datos pertenecientes al período comprendido entre los años 1945 y 1987 corresponden a registros que reportan sólo aceleraciones máximas (PGA) con al menos una componente horizontal, a excepción de los años 1981 y 1985, que cuentan con 3 y 28 registros completos, respectivamente.

Los registros con la serie de tiempo completa corresponden a datos sometidos a un proceso adecuado. Éste consiste básicamente en la corrección de la línea base de los registros y el filtrado de frecuencias altas y bajas con un filtro pasabanda de 0.15-0.25 a 23.0-25.0 Hz.

En la Figura 15 se aprecia la distribución de los registros de acuerdo al tipo de información que reportan.

Tabla 8: Distribución de los Registros según tipo de información reportada.

Tipo de Registro	Cantidad de Registros
Registros completos	722
Registros PGA	28
Total	750

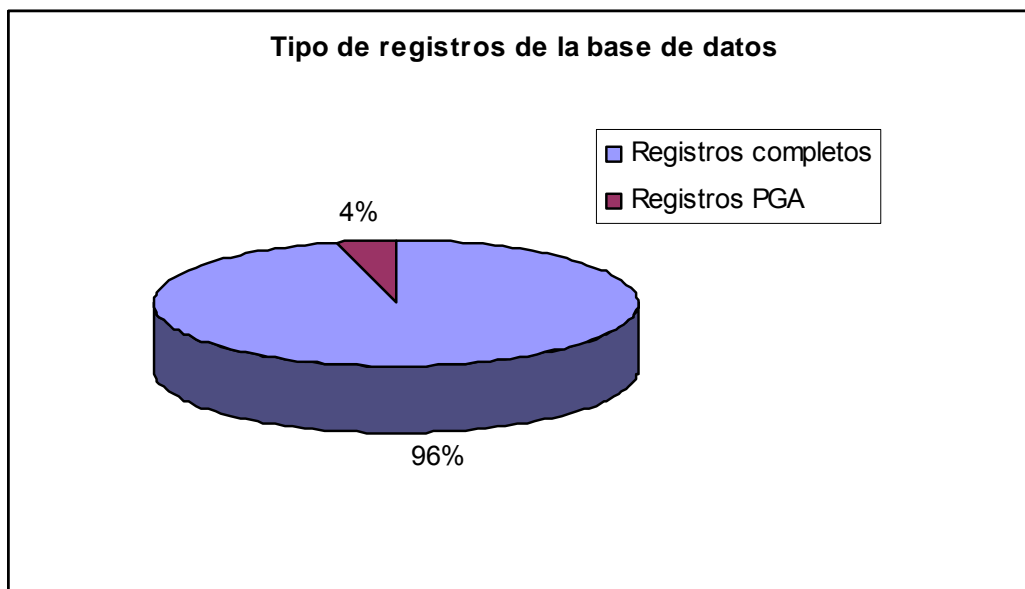


Figura 15: Distribución de los Registros por tipo.

A continuación se muestra la distribución de los registros sísmicos de acuerdo a las siguientes variables: Magnitud del Evento asociado, Año, Aceleraciones Máximas, Distancia Hipocentral, Distancia Epicentral, Distancia más cercana a la ruptura, Estación de Registro y Tipo de suelo de la estación de registro.

Tabla 9: Distribución de Registros según Magnitud del Evento asociado.

Magnitud [M_w]	Cantidad de Registros
3.5-3.9	4
4.0-4.4	71
4.5-4.9	131
5.0-5.4	175
5.5-5.9	144
6.0-6.4	67
6.5-6.9	54
7.0-7.4	26
7.5-7.9	70
8.0-8.4	8
Total Registros	750

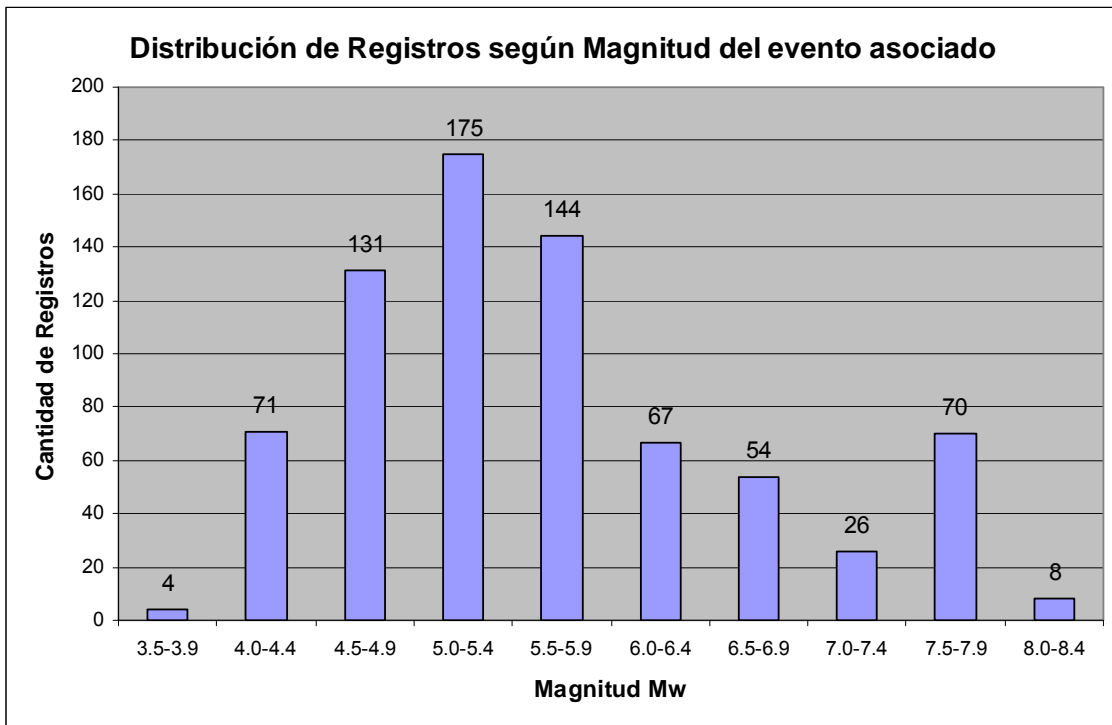


Figura 16: Distribución de Registros según Magnitud del Evento asociado.

Tabla 10: Distribución de Registros por Año.

Año	Cantidad de Registros
1945	1
1953	1
1965	1
1967	1
1971	1
1973	1
1974	2
1978	3
1979	4
1981	12
1985	45
1987	7
1995	2
1997	3
1998	17
1999	12
2001	36
2002	35
2003	45
2004	81
2005	113
2006	91
2007	168
2008	68
Total Registros	750

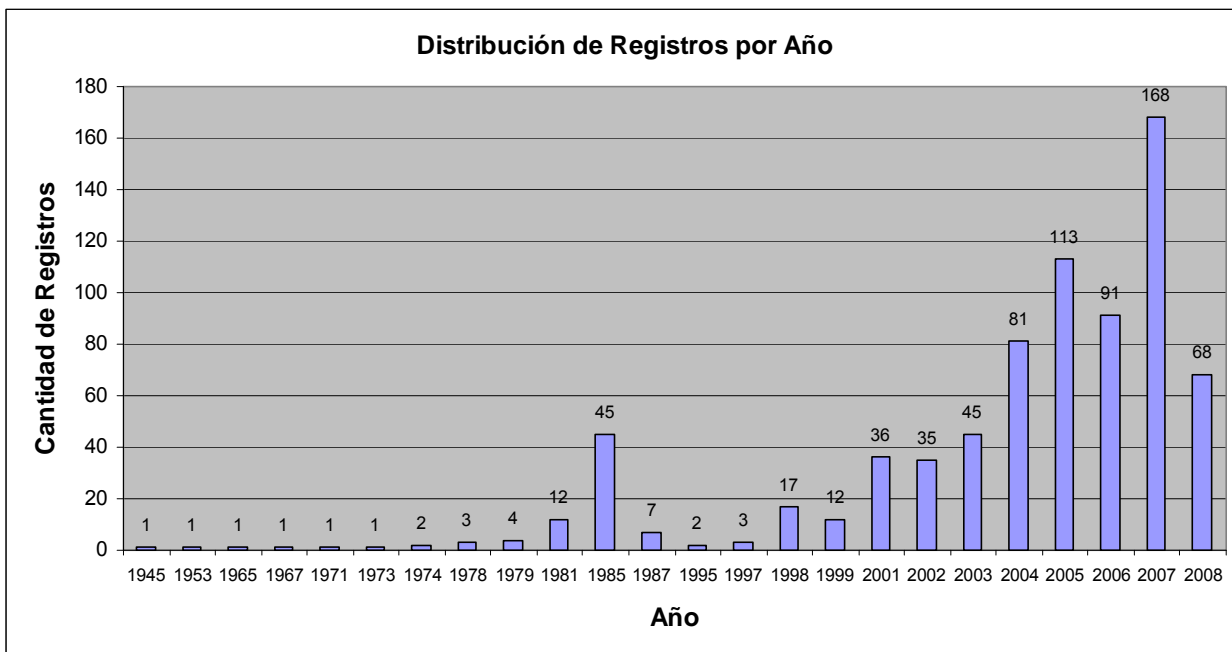


Figura 17: Distribución de Registros por Año.

Tabla 11: Distribución de Registros según Aceleraciones Máximas.

Límites PGA [g]	Cantidad de Registros	
	Componente Horizontal	Componente Vertical
PGA < 0.02	334	493
0.02 ≤ PGA < 0.05	231	148
0.05 ≤ PGA < 0.1	84	44
0.1 ≤ PGA < 0.2	48	33
0.2 ≤ PGA < 0.3	25	10
0.3 ≤ PGA < 0.4	13	2
0.4 ≤ PGA < 0.5	7	1
0.5 ≤ PGA < 0.6	3	2
0.6 ≤ PGA < 0.7	4	0
0.7 ≤ PGA < 0.8	1	2
Total Registros	750	735

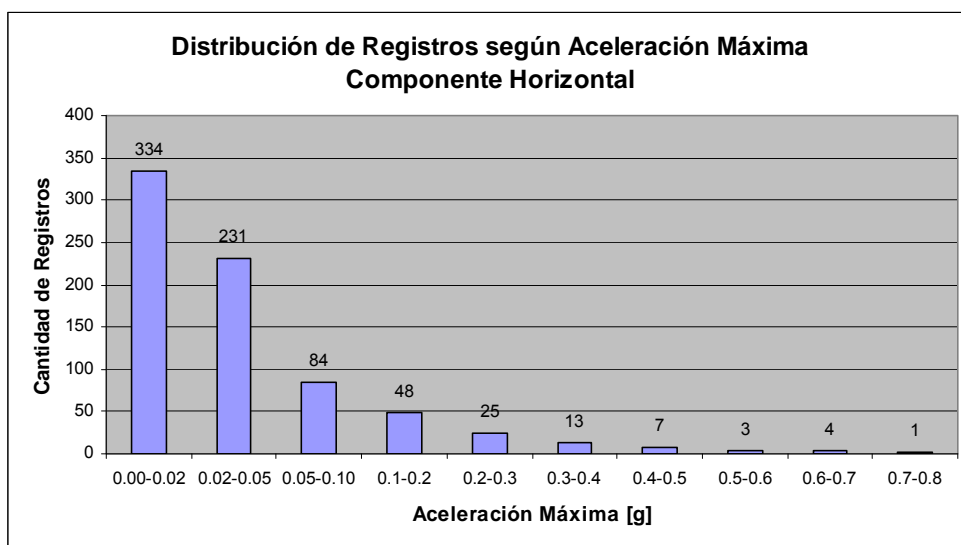


Figura 18: Distribución de Registros según Aceleración Máxima Componente Horizontal.

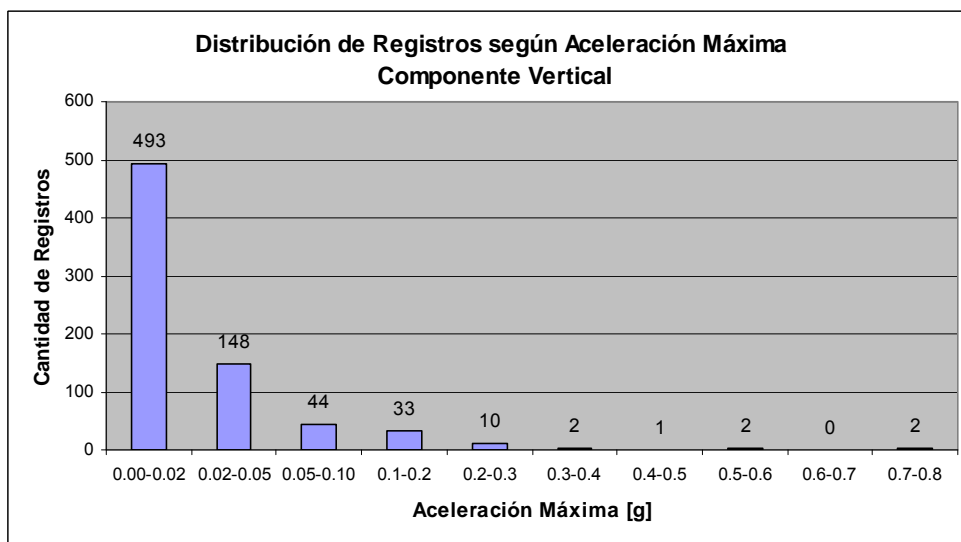


Figura 19: Distribución de registros según Aceleración Máxima Componente Vertical.

Tabla 12: Distribución de Registros según Distancia Hipocentral.

Distancia Hipocentral D_h [km]	Cantidad de Registros
$D_h < 25$	2
$25 \leq D_h < 50$	64
$50 \leq D_h < 100$	246
$100 \leq D_h < 200$	326
$200 \leq D_h < 300$	72
$300 \leq D_h < 400$	19
$400 \leq D_h < 500$	12
$500 \leq D_h < 600$	6
$600 \leq D_h < 700$	3
Total Registros	750

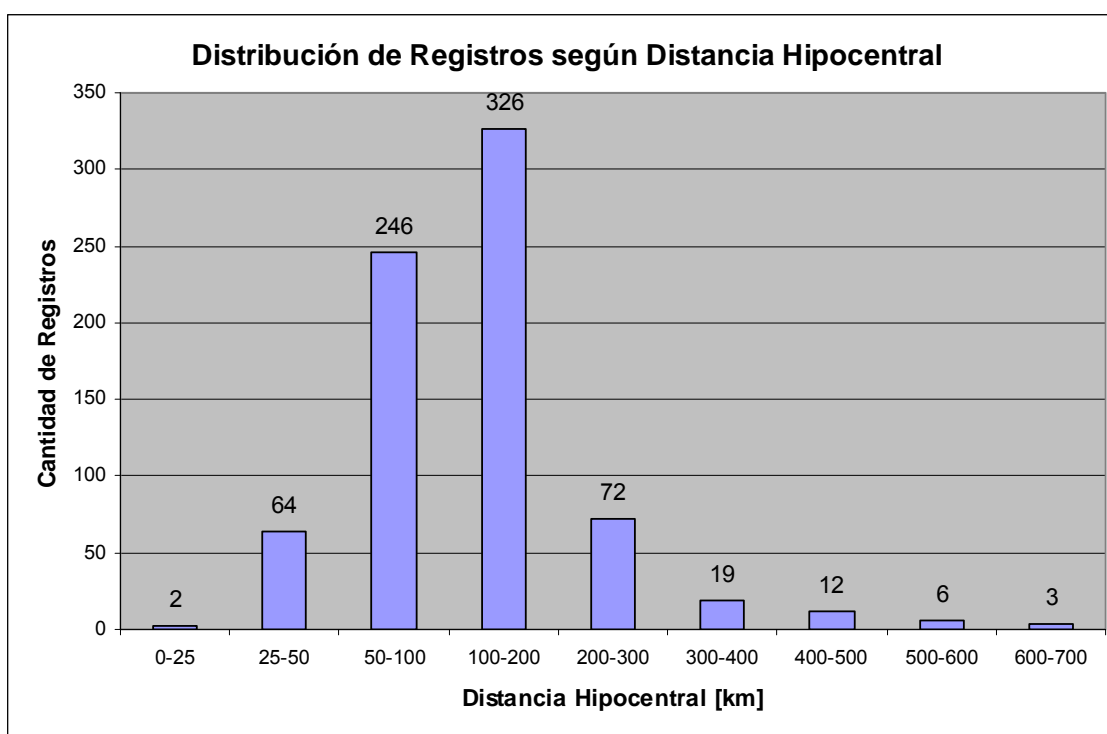


Figura 20: Distribución de Registros según Distancia Hipocentral.

Tabla 13: Distribución de Registros según Distancia Epicentral.

Distancia Epicentral D_e [km]	Cantidad de Registros
$D_e < 25$	66
$25 \leq D_e < 50$	147
$50 \leq D_e < 100$	231
$100 \leq D_e < 200$	213
$200 \leq D_e < 300$	59
$300 \leq D_e < 400$	15
$400 \leq D_e < 500$	11
$500 \leq D_e < 600$	7
$600 \leq D_e < 700$	1
Total Registros	750

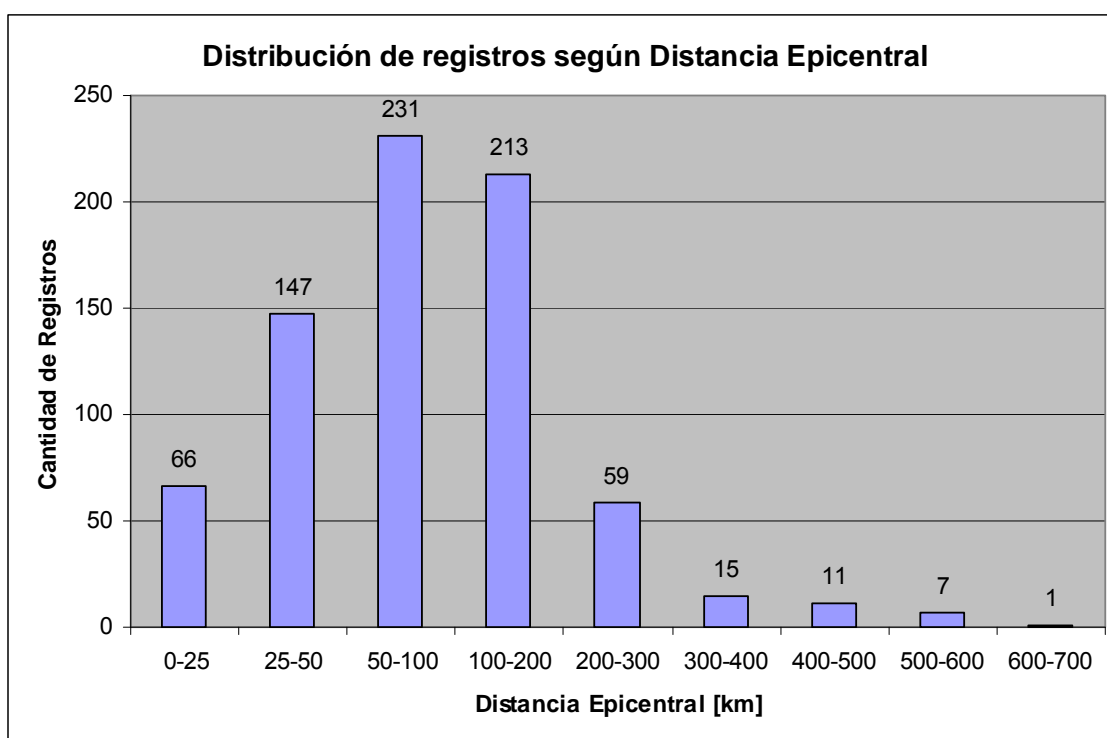


Figura 21: Distribución de Registros según Distancia Epicentral.

Tabla 14: Distribución de Registros según Distancia más cercana a la ruptura.

Distancia más cercana a la ruptura $D_{ruptura}$ [km]	Cantidad de Registros
$D_{ruptura} < 25$	2
$25 \leq D_{ruptura} < 50$	76
$50 \leq D_{ruptura} < 100$	251
$100 \leq D_{ruptura} < 200$	323
$200 \leq D_{ruptura} < 300$	68
$300 \leq D_{ruptura} < 400$	15
$400 \leq D_{ruptura} < 500$	10
$500 \leq D_{ruptura} < 600$	2
$600 \leq D_{ruptura} < 700$	3
Total Registros	750

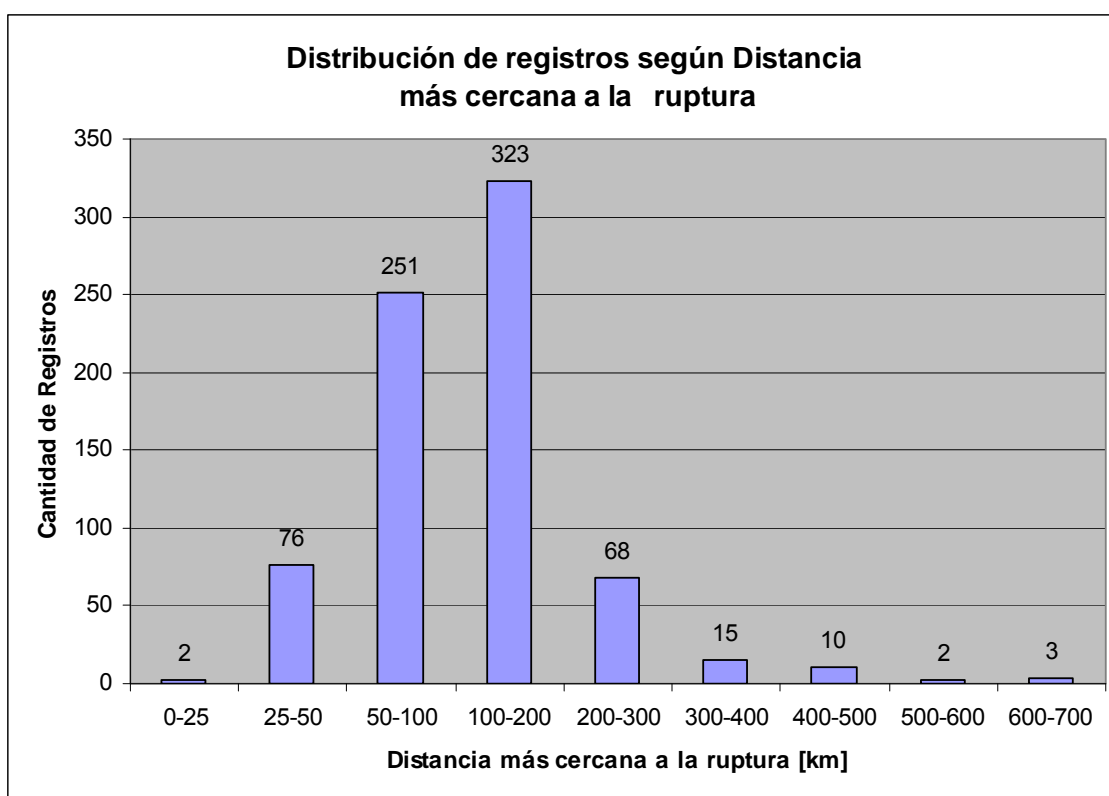


Figura 22: Distribución de Registros según Distancia más cercana a la ruptura.

Nota: La obtención de la distancia más cercana a la ruptura para cada registro se detalla en el capítulo IV.

Tabla 15: Distribución de Registros según Estación.

Nombre Estación	Cantidad de Registros
ALTO HOSPICIO	14
ANGOL - HOSPITAL	3
ANTOFAGASTA - HOSPITAL	3
ANTOFAGASTA - UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	15
ARICA - CEMENTERIO	4
ARICA - CERRO LA CRUZ	17
ARICA - COSTANERA	5
CALAMA - HOSPITAL	39
CALDERA	0
CAUQUENES	2
CHACALLUTA	33
CHILLÁN	4
COLBÚN	1
CONCEPCIÓN	1
CONSTITUCIÓN	2
COPIAPÓ - HOSPITAL	31
CURICÓ - HOSPITAL	5
CUYA - MUNICIPALIDAD	2
EL COLORADO	1
EL LOA	2
FUERTE BAQUEDANO	8
HUALAÑE	1
HUARA	0
ILLAPEL	2
ILOCA	2
IQUIQUE - ESCUELA PÚBLICA CHIPANA	10
IQUIQUE - HOSPITAL	41
IQUIQUE - IDIEM	2
IQUIQUE - INP	1
LA LIGUA	4
LA SERENA - UNIVERSIDAD	1
LAS TORTOLAS	1
LLAY LLAY	1
LLOLLEO	4
LOS VILOS	1
MAIPU - CRMS	9
MEJILLONES - EDELNOR	7
MEJILLONES - HOSPITAL	21
MEJILLONES - PUERTO	12
MELIPILLA	1
MICHILLA	4
PAPUDO	5
PEHUENCHE	1
PELDEHUE	3
PICA - CONSULTORIO	68
PICHILEMU	1
PISAGUA - RETEN	16

Tabla 15: Distribución de Registros según Estación (cont.)

Nombre Estación	Cantidad de Registros
POCONCHILE	32
PROVIDENCIA - HOSPITAL SALVADOR	2
PUENTE ALTO - HOSPITAL SÓTERO DEL RÍO	4
PUENTE AMOLANAS	4
PUERTO AYSÉN	1
PUERTO CISNE	1
PUERTO PATACHE	4
PUTRE - RETEN	4
QUINTA NORMAL - HOSPITAL FÉLIX BULNES	1
QUINTAY	2
RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	4
RAPEL	2
SALADILLO	1
SAN FELIPE	2
SAN FERNANDO	2
SAN ISIDRO - SAN PEDRO	1
SAN PEDRO DE ATACAMA	7
SANTIAGO - ENDESA	2
SANTIAGO - INGENIERIA	9
SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST. MIRADOR AZUL	50
SANTIAGO - SANTA LUCIA	1
TALAGANTE - HOSPITAL	4
TALCA	3
TALTAL	1
TOCOPILLA - CONSULTORIO	11
TOCOPILLA - GOBERNACIÓN	3
TOCOPILLA - SOQUIMICH	2
VALDIVIA - HOSPITAL	0
VALLENAR	21
VALPARAÍSO - ALMENDRAL	2
VALPARAÍSO - UTFSM	3
VENTANAS	3
VIÑA DEL MAR	23
VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	15
VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	110
ZAPALLAR	2

Tabla 16: Distribución de Registros según Tipo de suelo de la estación de registro.

Tipo de Suelo NCh433	Cantidad de registros
I	165
II	436
III	147
IV	0
Sin Información	2
Total Registros	750

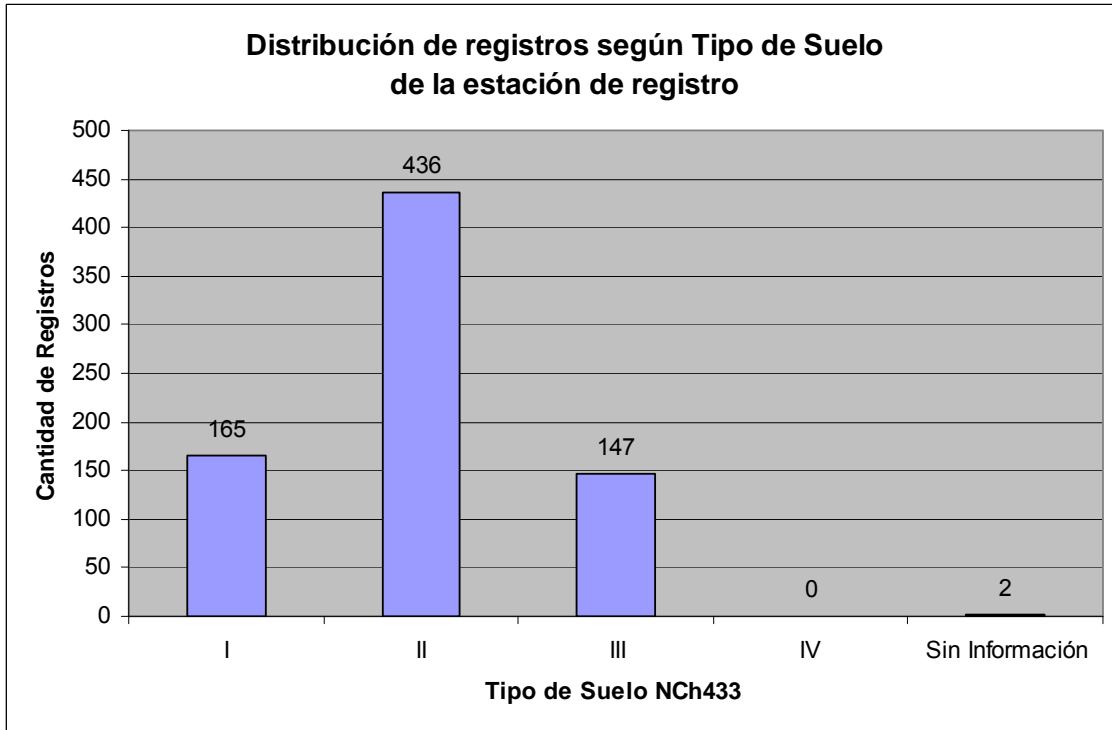


Figura 23: Distribución de Registros según Tipo de suelo de la estación de registro.

El catálogo de registros utilizados en este estudio se encuentra en el Anexo A. En este apéndice se enumeran los registros y se caracterizan de acuerdo a fecha, hora, estación, aceleraciones máximas y distancias a la fuente (hipocentral y epicentral).

CAPÍTULO IV: ESTIMACIÓN DE ÁREAS DE RUPTURA.

4.1 DISTANCIA A LA FUENTE UTILIZADA EN ESTE ESTUDIO.

En la obtención de leyes de atenuación distintas definiciones de distancia a la fuente han sido adoptadas por diversos autores. Las más comúnmente utilizadas son las siguientes:

- *Distancia de Joyner-Boore* (r_{jb}): Corresponde a la menor distancia medida desde la posición de la estación de registro hasta a la proyección vertical del área de ruptura sobre la superficie terrestre.
- *Distancia mínima a la ruptura* (r_{rup}): Corresponde a la menor distancia desde la posición de la estación de registro hasta el área de ruptura.
- *Distancia mínima a la zona sismogénica de la ruptura* (r_{sis}): Corresponde a la menor distancia desde la posición de la estación de registro hasta la zona sismogénica del área de ruptura (en esta definición se asume que la parte del área de ruptura cercana a la superficie terrestre, que se encuentra en sedimentos, es no sismogénica).
- *Distancia hipocentral* (r_{hip}): Corresponde a la distancia medida desde la posición de la estación de registro hasta el hipocentro o inicio de la ruptura.
- *Distancia epicentral* (r_{epi}): Corresponde a la distancia medida desde la posición de la estación de registro hasta la proyección vertical del hipocentro sobre la superficie terrestre.

Las primeras tres definiciones representan formas de medir la **distancia más cercana al área de ruptura**, mientras que las dos restantes son medidas de **distancia a fuentes puntuales**. Para sismos de magnitud elevada, generalmente asociados a grandes áreas de ruptura, la distancia más cercana al área de ruptura se prefiere por sobre las distancias a fuentes puntuales.

Las definiciones de distancia a la fuente se muestran gráficamente en la Figura 24 para una falla vertical y para una falla inclinada. Las diferencias entre las distintas formas de medir la distancia a la fuente se acentúan para las estaciones de registro situadas cerca de la falla.

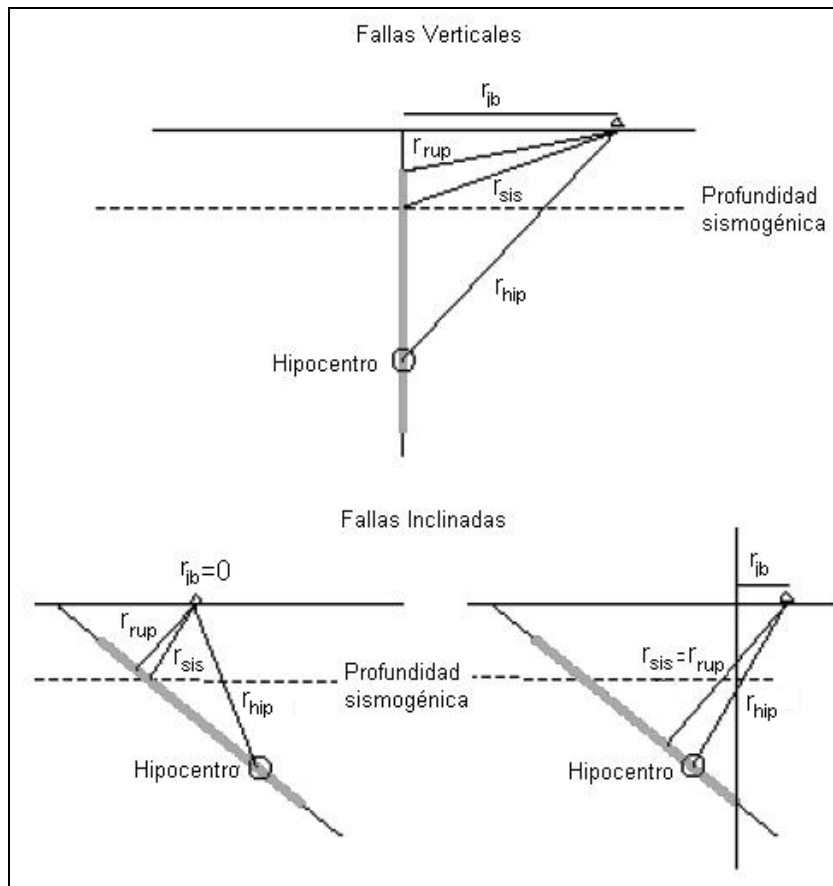


Figura 24: Distintas definiciones de distancia a la fuente utilizadas en la obtención de leyes de atenuación. La zona sombreada corresponde a la extensión de la ruptura.

En este estudio se utiliza como variable característica de la distancia a la fuente la distancia denominada r_{rup} (distancia mínima a la ruptura). Para el cálculo de estas distancias son necesarias la identificación y parametrización de las áreas de ruptura de los sismos.

Cuando el área de ruptura tiene una extensión pequeña las distancias r_{rup} y r_{hip} son valores relativamente cercanos. Por esta razón solamente se caracterizaron las superficies de ruptura para eventos de magnitud mayor a 6.0, ya que se estima que a partir de este valor es razonable considerar las fuentes de los eventos como no puntuales. Así, para los eventos de magnitud menor a 6.0 se considera solamente la distancia hipocentral sin incluir el proceso de la ruptura. En resumen, la variable que caracteriza la distancia a la fuente en este estudio depende de la magnitud del evento considerado y corresponde a:

$$D_{ruptura} = \begin{cases} r_{rup} & M_w \geq 6.0 \\ r_{hip} & M_w < 6.0 \end{cases} \quad [\text{km}]$$

4.2 ÁREAS DE RUPTURA ESTIMADAS.

La obtención de las áreas de ruptura se realizó por medio del estudio de las réplicas de los sismos de magnitud $M_w \geq 6.0$, entendiendo que normalmente el área de ruptura es menor que el área de réplicas. En primer lugar se estimó la zona superficial donde se encontraban concentrados los epicentros de las réplicas de cada sismo principal analizado. Para ello se recurrió al catálogo de eventos sísmicos del National Earthquake Information Center (NEIC, Ref. 22), del cual se obtuvieron la fecha, magnitud y ubicación geográfica de los sismos y sus réplicas. Con esta información se elaboraron mapas de la zona estudiada, a partir de los cuales fue posible estimar el área de ruptura sobre la superficie terrestre.

El desarrollo de estos mapas se realizó a través rutinas computacionales, las que permitieron graficar el epicentro de cada sismo y sus réplicas asociadas. Además, por medio de estas rutinas, fue posible filtrar la información por fecha, magnitud, distancia al epicentro y profundidad de las réplicas. Simultáneamente, se revisaron fuentes bibliográficas en las cuales se ha estimado el área y/o largo de ruptura para los sismos de mayor importancia, con el fin de realizar la modelación en concordancia con estos antecedentes.

La base de datos estudiada cuenta con 49 sismos con magnitud $M_w \geq 6.0$. La modelación del área de ruptura de ocho de ellos fue descartada de antemano por tratarse de réplicas de sismos principales (dos réplicas del terremoto de Valparaíso $M_w=7.9$ del 3 de Marzo de 1985 y seis réplicas del terremoto de Tocopilla $M_w=7.7$ del 14 de Noviembre de 2007). Así la cantidad de sismos estudiados se redujo a 41.

En la Tabla 17 se muestra un resumen de los sismos con magnitud $M_w \geq 6.0$ analizados, y se indica la cantidad de sismos para los cuales fue posible modelar el área de ruptura separándolos por mecanismo de falla. Como puede observarse se logró la modelación de la superficie de ruptura de la mayoría de los sismos del tipo Interplaca analizados, en cambio, esto fue posible sólo para una cantidad muy limitada de sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia, principalmente porque éstos últimos presentan generalmente una escasa cantidad de réplicas.

Tabla 17: Resumen de los sismos $M_w \geq 6.0$ con área de ruptura modelada.

Sismogénesis	Cantidad de sismos	Cantidad sismos con área de ruptura modelada	[%]
Interplaca	19	14	74
Intraplaca Prof. Intermedia	15	3	20
Intraplaca Profundo	1	0	0
Ante-Arco	3	3	100
Superficial-Cortical	3	2	67
Total	41	22	54

En la Tabla 18 se enumeran las áreas de ruptura superficiales que lograron ser estimadas en este estudio. Se incluyen además, a pesar de que no fueron modeladas y con el fin de aumentar el número de datos, las áreas de ruptura de los siguientes sismos:

- Terremoto de Valdivia ($M_w = 9.5$, Interplaca) ocurrido el 22 de mayo de 1960.
- Terremoto de La Ligua ($M_w = 7.1$, Intraplaca de Profundidad Intermedia) ocurrido el 28 de marzo de 1965.
- Terremoto de Aroma ($M_w = 6.3$, Superficial-Cortical) ocurrido el 24 de julio de 2001.

Tabla 18: Áreas de ruptura estimadas de los eventos con Magnitud $M_w \geq 6.0$.

N°	Fecha	Hora	M_w	Fuente Sismogénica	Area [km ²]	Ref.
1	22-05-1960	19:11:00	9.5	Subducción-Interplaca	110500*	31
2	28-03-1965	16:33:14	7.1	Subducción-Intraplaca-Prof.Intermedia	900**	19
3	08-07-1971	3:03:18	7.5	Subducción-Interplaca	7000	19
4	05-10-1973	5:47:51	6.8	Subducción-Interplaca	2700	-
5	16-10-1981	3:25:36	7.1	Ante-arco	1700	-
6	03-03-1985	22:46:57	7.9	Subducción-Interplaca	18700	8
7	05-03-1987	9:17:05	7.5	Subducción-Interplaca	4700	10
8	30-07-1995	5:11:56	8.0	Subducción-Interplaca	16650	10
9	14-10-1997	22:03:31	7.1	Subducción-Intraplaca-Prof.Intermedia	800	25
10	29-07-1998	3:12:38	6.4	Subducción-Interplaca	180	-
11	09-04-2001	5:00:52	6.6	Ante-arco	650	-
12	23-06-2001	16:33:16	8.4	Subducción-Interplaca	32000	13
13	07-07-2001	9:38:58	7.6	Subducción-Interplaca	7700	13
14	24-07-2001	5:00:26	6.3	Superficial-Cortical	180**	17
15	01-04-2002	15:59:52	6.3	Subducción-Interplaca	500	-
16	18-06-2002	9:57:00	6.4	Subducción-Interplaca	500	-
17	20-06-2003	9:31:35	6.8	Subducción-Interplaca	1100	-
18	28-08-2004	9:51:15	6.5	Superficial-Cortical	350	-
19	13-06-2005	22:44:14	7.8	Subducción-Intraplaca-Prof.Intermedia	2300	-
20	30-04-2006	15:16:01	6.6	Superficial-Cortical	980	-
21	30-04-2006	17:39:43	6.5	Subducción-Interplaca	1680	-
22	16-07-2006	7:44:59	6.2	Ante-arco	250	-
23	24-08-2006	0:45:12	6.6	Subducción-Intraplaca-Prof.Intermedia	750	-
24	12-10-2006	14:04:35	6.4	Subducción-Interplaca	300	-
25	14-11-2007	12:40:48	7.7	Subducción-Interplaca	7500	11

* Área de ruptura obtenida de la referencia citada. Este sismo no forma parte de la base de datos.

** Área de ruptura obtenida de la referencia citada. No fue posible su modelación por falta de réplicas.

A partir de los datos presentados en la Tabla 18 se obtuvieron relaciones empíricas entre superficie de ruptura (A_{rup}) y magnitud (M_w).

En la Figura 25 se muestra la relación entre superficie de ruptura (A_{rup}) y magnitud (M_w) encontrada al considerar todos los sismos de la Tabla 18 sin diferenciarlos por fuente sismogénica. En este caso, se compara este resultado con las relaciones propuestas por Singh (1980, Ref. 34), Wells & coppersmith (1994, Ref. 37), Somerville et al. (1999), y Wang & Tao (2003, Ref. 36). Se observa que la relación obtenida en este estudio establece áreas de ruptura mayores que los trabajos mencionados, para una magnitud dada. Esto se debe principalmente a que gran parte de los sismos con los cuales se obtuvieron dichas relaciones corresponden a sismos superficiales, en cambio, en este trabajo la mayoría de los datos corresponden a sismos de subducción del tipo Interplaca, que efectivamente presentan áreas de ruptura superiores.

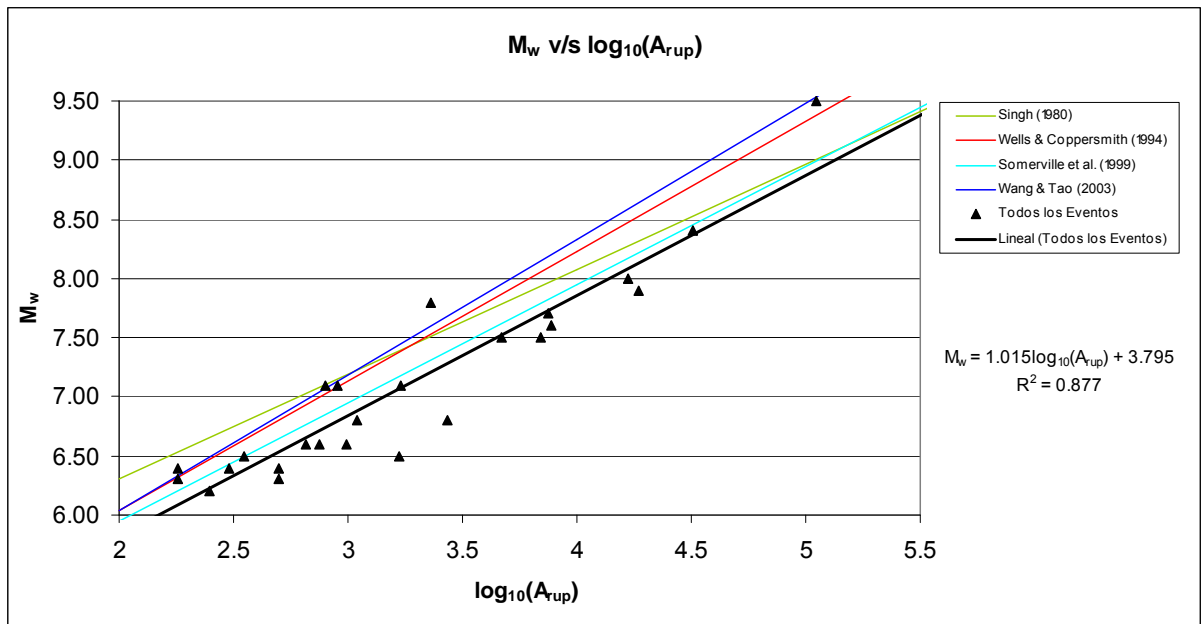


Figura 25: Relación entre la magnitud de los sismos y el área de ruptura estimada.

En la Figura 26 se muestra la relación entre superficie de ruptura (A_{rup}) y magnitud (M_w) encontrada separando los datos de la Tabla 18 por fuente sismogénica. Se compara este resultado con las relaciones desarrolladas teóricamente para eventos del tipo Interplaca e Intraplaca de Profundidad Intermedia (Singh, 1980, Ref. 34). En este caso, sólo fue posible estimar la relación para los sismos del tipo Interplaca, encontrando una correlación elevada entre magnitud y área de ruptura ($r^2 = 0.91$). Se observa que el ajuste mejoró al eliminar los datos de sismos con otros mecanismos de falla.

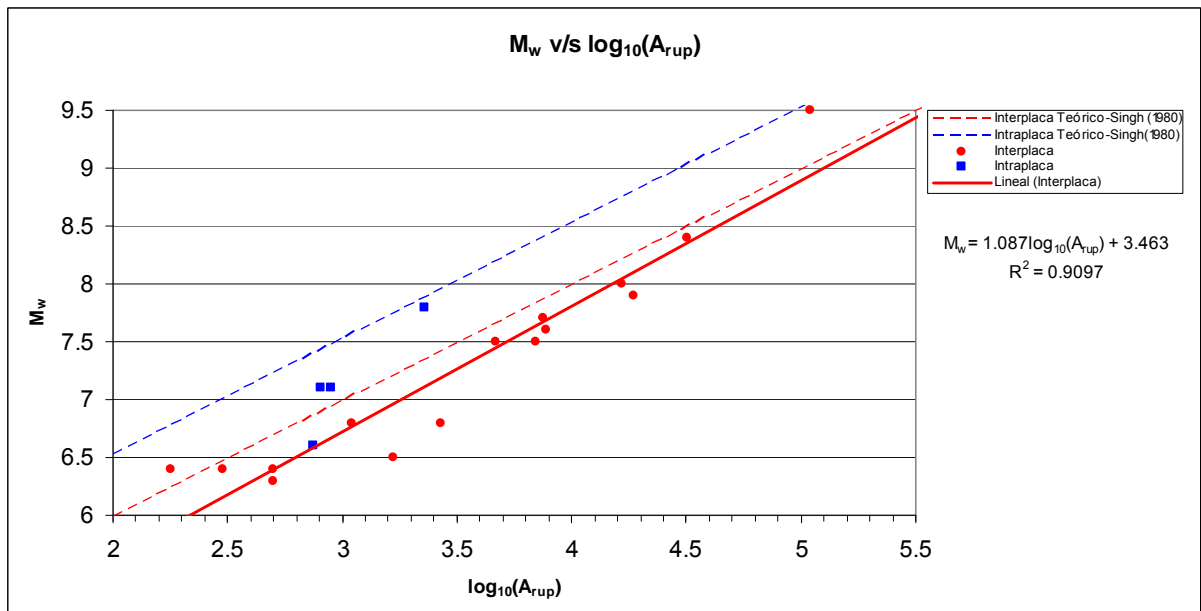


Figura 26: Relación entre la magnitud de los sismos y el área de ruptura estimada desagregando por fuente sismogénica.

Una vez definida el área superficial de ruptura, ésta se modeló en profundidad ajustando los datos de las réplicas utilizadas para definir dicha área. Esta modelación se realizó a través de dos métodos:

- a) El primer método consistió en un análisis por regresión (mínimos cuadrados), a través del cual se encontró el plano inclinado óptimo al que se ajustaban los datos de profundidad de las réplicas, para cada sismo.
- b) El segundo método consistió en un ajuste a través de interpolación cúbica de los datos de profundidad de las réplicas, por medio del cual se generó una superficie irregular en el espacio, para cada sismo.

Con estos dos modelos fue posible calcular la menor distancia desde las estaciones de registro hasta la superficie de ruptura. En el estudio desarrollado se adoptaron finalmente los valores de las distancias más cercanas a la ruptura dadas por el método 2 (superficie irregular obtenida a través de la interpolación cúbica) debido a que se consideró que este tipo de aproximación representaba de mejor manera el proceso de ruptura. No obstante, en general no se observaron diferencias significativas de los resultados entregados por ambos métodos.

A las estaciones de registro de los sismos para los cuales no fue posible modelar el área de ruptura, ya sea por tratarse de réplicas de sismos principales o porque la cantidad de datos no fue suficiente para estimar una zona de ruptura, se les asignó la distancia hipocentral como variable de la distancia a la fuente.

En el anexo C se presenta un resumen con todos los eventos $M_w \geq 6.0$ de la base de datos, indicando si fue factible la modelación de las áreas de ruptura. Además, se incluyen las figuras desarrolladas a través de esta metodología, junto con un listado de las distancias más cercanas al área de ruptura calculadas a partir de los modelos estimados.

En el Anexo D se incluyen las rutinas matlab utilizadas en el análisis de las áreas de ruptura y la obtención de las distancias más cercanas a la fuente.

CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LAS CURVAS DE ATENUACIÓN.

Dada la cantidad de evidencia que existe del disímil comportamiento de los sismos de subducción del tipo Interplaca y los del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia, en particular en la atenuación de éstos, se realizaron regresiones separadas de acuerdo al mecanismo.

A continuación se explican los pasos seguidos y los criterios utilizados en el desarrollo de las curvas de atenuación. Se analizaron distintas posibilidades, tanto en las variables utilizadas como en la selección de los registros para las regresiones, antes de llegar a la forma finalmente propuesta y considerada más satisfactoria.

5.1 FÓRMULA DE ATENUACIÓN UTILIZADA.

La ecuación (5.1-1) corresponde a la adaptación que se realiza en este estudio de la formulación utilizada por Atkinson y Boore, 2003 (Ref. 1). Los datos de aceleraciones disponibles se ajustan a esta ecuación y dan origen tanto a las curvas para aceleraciones máximas como a las curvas para aceleraciones espectrales.

$$\log_{10}(A) = C_1 + C_2 M_w + C_3 H + C_4 R - g \log_{10}(R) + C_5 Z \quad (5.1-1)$$

donde:

A : Aceleración máxima horizontal del suelo (PGA) o aceleración horizontal espectral (SA) [g]. Ambas componentes horizontales de los registros de aceleraciones fueron incluidas como datos independientes en las regresiones realizadas.

C_k : Constantes a determinar por regresión.

M_w : Magnitud del evento.

H : Profundidad focal [km].

La variable representativa de la distancia a la fuente está dada por $R = \sqrt{D_{ruptura}^2 + \Delta^2}$, con $D_{ruptura}$ [km] la distancia más cercana a la superficie de ruptura (según lo definido en el capítulo IV) y Δ [km] un término que da cuenta de la saturación que se produce para los registros cercanos a la falla, dado por $\Delta = 0.00724 \cdot 10^{0.507 \cdot M_w}$.

El coeficiente g es una función de la magnitud M_w de los eventos y se obtuvo a partir de regresiones preliminares de los datos, en las que también se diferencia por fuente sísmogénica. El desarrollo y resultados de estos cálculos previos se detallan posteriormente en este capítulo.

Para diferenciar por tipo de suelo se utiliza la siguiente variable binaria:

$Z = 0$ para suelos tipo I (Roca)

$Z = 1$ para suelos tipo II y III (Suelo)

Esta formulación presenta algunas particularidades, las que se procede a describir y desarrollar a continuación:

- **Definición del término Δ de saturación por cercanía a la ruptura.**

La variable representativa de la distancia a la fuente utilizada en este estudio (R) está formada por dos términos, $D_{ruptura}$ y Δ , que combinados representan la distancia promedio aproximada desde la estación de registro hasta la superficie de ruptura.

El término Δ , que intenta modelar la saturación que se produce para distancias cercanas a la ruptura, fue definido analíticamente de la forma $\Delta = a \cdot 10^{b \cdot M_w}$ basado en lo propuesto por Atkinson y Boore. La dependencia de este parámetro con respecto a la magnitud se manifiesta en que mientras más alta sea la magnitud de un sismo el área de ruptura tendrá una extensión mayor, y por lo tanto, incluso a estaciones cercanas a la falla les corresponderá una elevada distancia promedio hasta la superficie de ruptura.

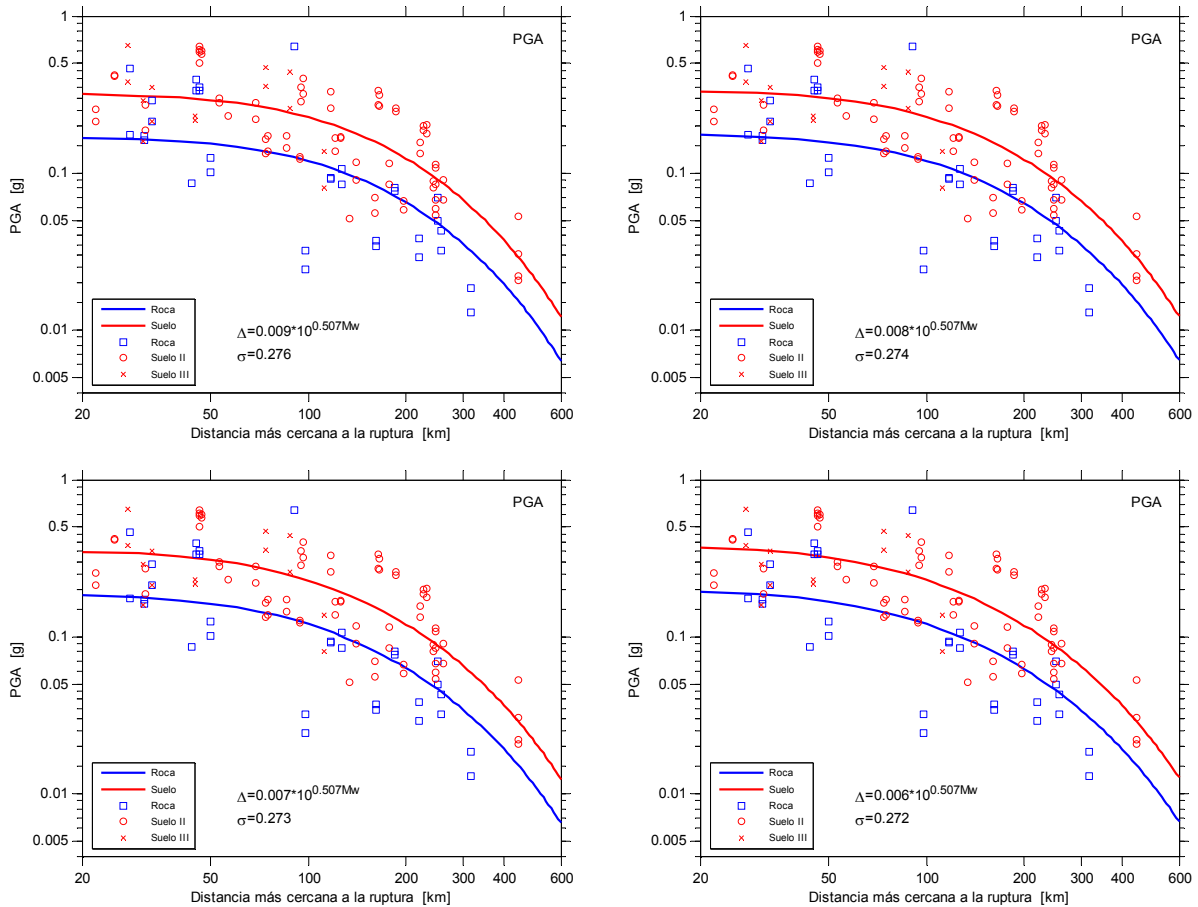


Figura 27: Comparación del ajuste de las curvas de atenuación PGA al variar la constante a del término de saturación Δ para eventos del tipo Interplaca ($M_w = 8.0 \pm 0.5$, $H = 35$ km).

En este trabajo no se realizó un análisis por regresión para establecer el valor del término de saturación Δ , sino que se utilizaron los coeficientes propuestos por Atkinson y Boore, $a = 0.00724$ y $b = 0.507$. De todas formas, pudo comprobarse que la variación de este término no permite una mejora significativa en la desviación estándar de los errores obtenidos. Esto se ilustra en las Figuras 27 y 28 donde se comparan las curvas de atenuación estimadas para aceleraciones máximas de sismos del tipo Interplaca y magnitud $M_w=8.0$, para diferentes valores de las constantes a y b del término de saturación. Se aprecia que tanto la desviación estándar como la forma de las curvas obtenidas no varían de manera importante al modificar la constante a . Sin embargo, se observa una mayor dependencia de los resultados al variar la constante b . En principio, de acuerdo a lo desprendido de este análisis se consideran apropiados los coeficientes adoptados por Atkinson y Boore para definir Δ .

Las regresiones a partir de las cuales se obtuvieron las curvas de las Figuras 27 y 28 fueron realizadas con los datos de aceleraciones de sismos del tipo Interplaca $M_w \geq 6.5$, ya que éstos incluyen la mayor cantidad de registros con distancias cercanas a la superficie de ruptura (por ejemplo $D_{ruptura} \leq 50$ km), y para los cuales se produce la saturación estimada a través del término Δ . En la obtención de estos ajustes se utilizaron el valor del coeficiente g y de las constantes C_5 , definidas posteriormente en este capítulo, y que se asignaron en forma definitiva a las curvas de atenuación finalmente propuestas.

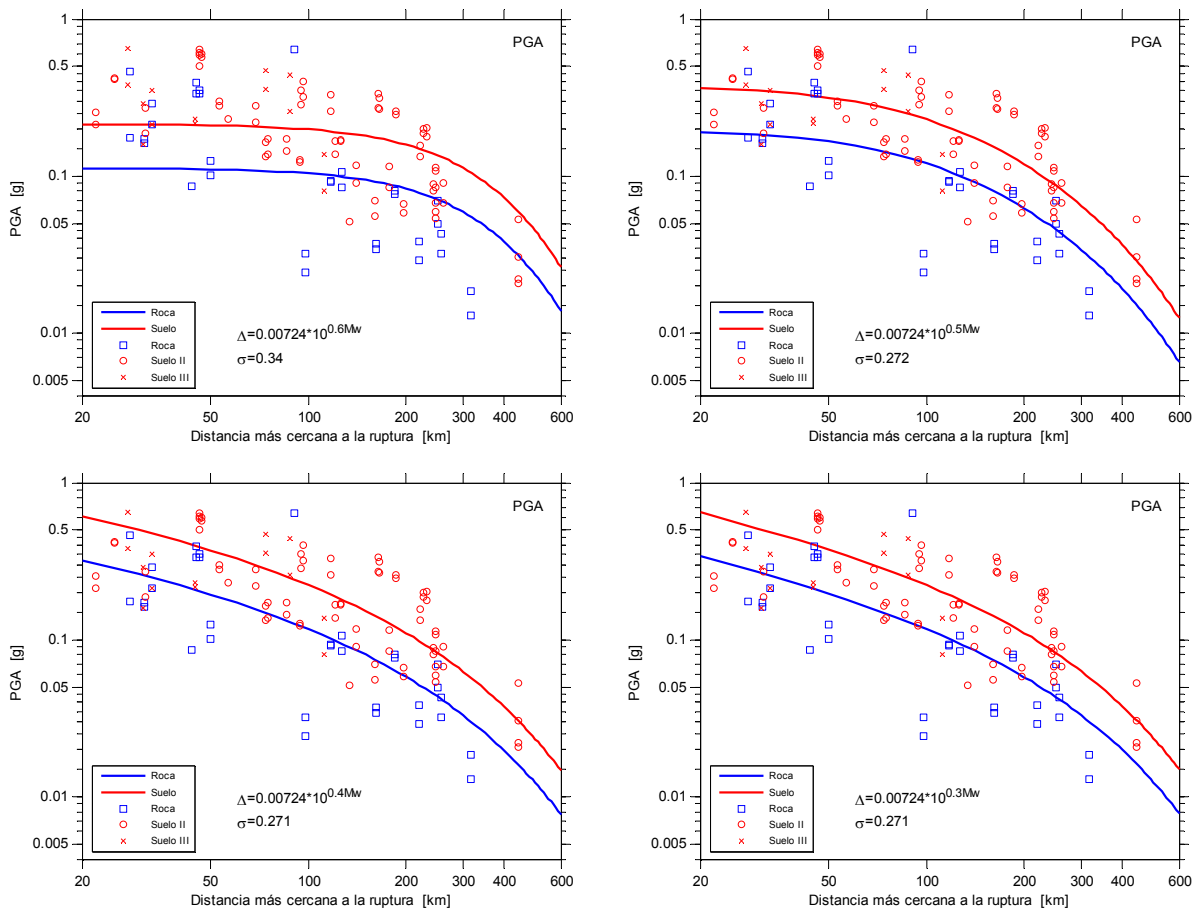


Figura 28: Comparación del ajuste de las curvas de atenuación PGA al variar la constante b del término de saturación Δ para eventos del tipo Interplaca ($M_w=8.0 \pm 0.5$, $H=35$ km)

- **Determinación del coeficiente g a partir de regresiones preliminares de los datos.**

El coeficiente g , que corresponde a la pendiente de la atenuación, $\log_{10}(A)$ v/s $\log_{10}(R)$, se obtuvo a partir de regresiones preliminares de los datos separadas por mecanismo focal. Con el fin de establecer la dependencia de este parámetro con respecto a la magnitud de los sismos, estas regresiones se realizaron considerando los registros de eventos pertenecientes a intervalos unitarios de magnitud, incrementados cada una décima (Ej: $5.0 \leq M_w \leq 6.0$, $5.1 \leq M_w \leq 6.1$, $5.2 \leq M_w \leq 6.2$, etc.). Para ello, se analizaron los datos de aceleración espectral para períodos altos (1 y 2 seg.) en un rango de distancias a la ruptura entre 50 y 350 km, aplicando regresión por el método de mínimos cuadrados a la siguiente ecuación (nótese que es más simple que la formulación final):

$$\log_{10}(A') = a_1 + a_2 \cdot M_w - g \cdot \log_{10}(R) + a_3 \cdot Z \quad (5.1-2)$$

donde A' corresponde a la aceleración espectral para 1 ó 2 segundos corregida por la curvatura de la línea de atenuación debido a la anelasticidad del medio, asumiendo $A' = A \cdot \exp(0.001R)$. Las variables A , M_w , R y Z son las definidas en la ecuación (5.1-1), y las constantes a_1 , a_2 , a_3 y g se determinaron por regresión.

La exclusión de registros con distancias a la superficie de ruptura menores a 50 km en las regresiones preliminares se realizó para impedir que los efectos de la saturación debido a la cercanía a la fuente, los cuales son estimados a través del término Δ , influyeran en la determinación de g . Por otra parte, la exclusión de registros con distancias a la superficie de ruptura mayores a 350 km se debe a que se considera necesario que el ajuste del parámetro g sea de mejor calidad dentro de un rango de distancias de mayor interés para la ingeniería, es decir, cercanas a la fuente.

En estas regresiones preliminares y las finalmente realizadas se excluyeron los registros de sismos con magnitudes $M_w < 5.0$. Las razones para la aplicación de este criterio son las siguientes:

- Al no considerar estos datos se logró disminuir la desviación estándar de los ajustes.
- Los sismos con magnitudes $M_w < 5.0$ no constituyen una materia de gran interés en el análisis de peligro sísmico, debido a las bajas aceleraciones y nivel de daños que se generan por causa de éstos.
- Las magnitudes $M_w < 5.0$ han sido estimadas a partir de considerar diversas escalas de magnitud como equivalentes con la magnitud de momento. Si sólo se consideran magnitudes $M_w \geq 5.0$ casi el 75% de las magnitudes tienen una fuente confiable (catálogo CMT).

En las Tablas 19, 20, 21 y 22 se muestran los resultados de las regresiones preliminares efectuadas para determinar g . Se detallan los intervalos de magnitud analizados, las constantes obtenidas (a_1 , a_2 , a_3 y g) y el coeficiente de correlación para cada regresión.

Tabla 19: Resultados regresión preliminar de los datos de eventos Interplaca (T =1 seg.)

Intervalo Analizado [M_w]	a_1	a_2	a_3	g	Coefficiente de correlación r
4.5-5.5	-5.442	0.825	0.314	-0.809	0.576
4.6-5.6	-4.249	0.645	0.281	-0.929	0.562
4.7-5.7	-4.962	0.739	0.223	-0.791	0.532
4.8-5.8	-4.968	0.757	0.236	-0.839	0.572
4.9-5.9	-4.711	0.758	0.214	-0.965	0.643
5.0-6.0	-4.529	0.707	0.221	-0.924	0.656
5.1-6.1	-4.734	0.731	0.203	-0.874	0.657
5.2-6.2	-4.850	0.721	0.163	-0.765	0.627
5.3-6.3	-5.918	0.840	0.177	-0.582	0.667
5.4-6.4	-5.030	0.732	0.163	-0.705	0.610
5.5-6.5	-4.797	0.688	0.148	-0.692	0.595
5.6-6.6	-5.160	0.765	0.135	-0.742	0.620
5.7-6.7	-5.152	0.737	0.164	-0.655	0.643
5.8-6.8	-4.736	0.680	0.202	-0.711	0.593
5.9-6.9	-4.722	0.668	0.186	-0.676	0.571
6.0-7.0	-4.701	0.603	0.200	-0.483	0.477
6.1-7.1	-4.428	0.587	0.203	-0.558	0.522
6.2-7.2	-4.954	0.668	0.223	-0.570	0.527
6.3-7.3	-4.265	0.574	0.196	-0.601	0.612
6.4-7.4	-4.113	0.597	0.156	-0.741	0.657
6.5-7.5	-4.014	0.560	0.164	-0.667	0.611
6.6-7.6	-3.522	0.497	0.252	-0.697	0.665
6.7-7.7	-3.882	0.551	0.234	-0.697	0.717
6.8-7.8	-2.233	0.215	0.304	-0.307	0.592
6.9-7.9	-3.001	0.351	0.358	-0.440	0.638
7.0-8.0	-2.389	0.267	0.350	-0.428	0.581
7.1-8.1	-2.787	0.312	0.364	-0.411	0.573
7.2-8.2	-3.585	0.408	0.347	-0.384	0.580
7.3-8.3	4.383	-0.451	0.320	-0.938	0.592
7.4-8.4	-4.255	0.539	0.330	-0.527	0.623
7.5-8.5	-4.255	0.539	0.330	-0.527	0.623

Tabla 20: Resultados regresión preliminar de los datos de eventos Interplaca (T =2 seg.)

Intervalo Analizado [M_w]	a_1	a_2	a_3	g	Coefficiente de correlación r
4.5-5.5	-6.611	0.933	0.385	-0.791	0.579
4.6-5.6	-5.352	0.742	0.359	-0.917	0.561
4.7-5.7	-5.959	0.832	0.312	-0.827	0.556
4.8-5.8	-5.912	0.833	0.320	-0.855	0.591
4.9-5.9	-5.355	0.775	0.292	-0.973	0.640
5.0-6.0	-5.414	0.793	0.293	-0.991	0.680
5.1-6.1	-5.420	0.787	0.277	-0.957	0.676
5.2-6.2	-5.797	0.819	0.199	-0.815	0.664
5.3-6.3	-6.921	0.958	0.198	-0.657	0.703
5.4-6.4	-5.521	0.770	0.159	-0.805	0.628
5.5-6.5	-5.584	0.772	0.133	-0.777	0.633
5.6-6.6	-5.479	0.799	0.127	-0.910	0.641
5.7-6.7	-5.867	0.858	0.172	-0.893	0.673
5.8-6.8	-5.558	0.800	0.232	-0.902	0.607
5.9-6.9	-5.490	0.785	0.215	-0.882	0.582
6.0-7.0	-4.585	0.586	0.239	-0.697	0.458
6.1-7.1	-4.351	0.547	0.224	-0.685	0.470
6.2-7.2	-4.919	0.630	0.237	-0.678	0.465
6.3-7.3	-4.364	0.555	0.191	-0.711	0.539
6.4-7.4	-4.426	0.620	0.175	-0.895	0.616
6.5-7.5	-2.108	0.263	0.254	-0.841	0.534
6.6-7.6	-1.723	0.222	0.392	-0.891	0.612
6.7-7.7	-3.759	0.490	0.316	-0.770	0.632
6.8-7.8	-4.656	0.485	0.253	-0.331	0.521
6.9-7.9	-4.752	0.497	0.302	-0.343	0.576
7.0-8.0	-4.064	0.402	0.292	-0.329	0.510
7.1-8.1	-4.631	0.466	0.312	-0.306	0.505
7.2-8.2	-4.623	0.465	0.312	-0.306	0.501
7.3-8.3	4.948	-0.586	0.324	-0.922	0.515
7.4-8.4	-4.472	0.506	0.269	-0.494	0.514
7.5-8.5	-4.472	0.506	0.269	-0.494	0.514

Tabla 21: Resultados regresión preliminar de los datos de eventos Intraplaca (T =1 seg.)

Intervalo Analizado [M_w]	a_1	a_2	a_3	g	Coefficiente de correlación r
4.5-5.5	-4.796	0.844	0.055	-1.026	0.395
4.6-5.6	-5.090	0.885	0.070	-0.992	0.415
4.7-5.7	-5.836	1.073	0.070	-1.103	0.550
4.8-5.8	-5.045	0.921	0.071	-1.101	0.537
4.9-5.9	-4.615	0.870	0.076	-1.178	0.523
5.0-6.0	-4.615	0.870	0.076	-1.178	0.523
5.1-6.1	-4.544	0.849	0.059	-1.159	0.517
5.2-6.2	-3.116	0.647	0.060	-1.299	0.507
5.3-6.3	-3.138	0.686	0.069	-1.395	0.520
5.4-6.4	-2.224	0.562	0.075	-1.475	0.522
5.5-6.5	-2.127	0.481	0.089	-1.309	0.465
5.6-6.6	-1.584	0.431	0.056	-1.399	0.536
5.7-6.7	-1.347	0.412	0.037	-1.448	0.543
5.8-6.8	-4.341	0.803	0.116	-1.210	0.622
5.9-6.9	-5.415	0.971	0.091	-1.214	0.838
6.0-7.0	-5.373	0.968	0.064	-1.217	0.811
6.1-7.1	-4.057	0.783	0.012	-1.272	0.821
6.2-7.2	-4.004	0.729	0.096	-1.157	0.825
6.3-7.3	2.070	-0.079	0.308	-1.444	0.859
6.4-7.4	2.070	-0.079	0.308	-1.444	0.859
6.5-7.5	10.853	-1.326	0.447	-1.553	0.900
6.6-7.6	10.853	-1.326	0.447	-1.553	0.900
6.7-7.7	11.101	-1.361	0.447	-1.553	0.897
6.8-7.8	-4.400	1.058	0.187	-2.126	0.869
6.9-7.9	-4.400	1.058	0.187	-2.126	0.869
7.0-8.0	-6.202	1.225	0.206	-1.909	0.865
7.1-8.1	-6.202	1.225	0.206	-1.909	0.865

Tabla 22: Resultados regresión preliminar de los datos de eventos Intraplaca (T =2 seg.)

Intervalo Analizado [M_w]	a_1	a_2	a_3	g	Coefficiente de correlación r
4.5-5.5	-4.943	0.806	0.033	-1.108	0.374
4.6-5.6	-6.520	1.046	0.076	-0.964	0.428
4.7-5.7	-6.814	1.108	0.073	-0.976	0.525
4.8-5.8	-6.024	0.957	0.089	-0.981	0.517
4.9-5.9	-5.690	0.916	0.101	-1.041	0.509
5.0-6.0	-5.690	0.916	0.101	-1.041	0.509
5.1-6.1	-5.644	0.891	0.091	-1.002	0.501
5.2-6.2	-4.030	0.675	0.067	-1.192	0.489
5.3-6.3	-3.852	0.662	0.078	-1.243	0.477
5.4-6.4	-2.913	0.507	0.096	-1.256	0.459
5.5-6.5	-2.543	0.338	0.116	-0.981	0.374
5.6-6.6	-1.909	0.267	0.110	-1.059	0.452
5.7-6.7	-2.383	0.417	0.095	-1.246	0.511
5.8-6.8	-5.012	0.858	0.173	-1.292	0.650
5.9-6.9	-6.240	1.006	0.114	-1.169	0.854
6.0-7.0	-6.597	1.091	0.040	-1.242	0.861
6.1-7.1	-5.355	0.896	-0.008	-1.239	0.864
6.2-7.2	-5.558	0.896	0.031	-1.160	0.863
6.3-7.3	-0.244	0.139	0.236	-1.263	0.868
6.4-7.4	-0.244	0.139	0.236	-1.263	0.868
6.5-7.5	8.031	-1.030	0.362	-1.380	0.912
6.6-7.6	8.031	-1.030	0.362	-1.380	0.912
6.7-7.7	8.082	-1.038	0.362	-1.380	0.908
6.8-7.8	-6.354	1.026	0.286	-1.354	0.855
6.9-7.9	-6.354	1.026	0.286	-1.354	0.855
7.0-8.0	-8.534	1.258	0.305	-1.192	0.877
7.1-8.1	-8.534	1.258	0.305	-1.192	0.877

Posteriormente, a cada intervalo unitario de magnitud se asignó el valor promedio del coeficiente g obtenido a partir de los datos espectrales para 1 y 2 segundos (Ej: para el intervalo $5.0 \leq M_w \leq 6.0$ se asignó el promedio de aceleraciones espectrales a la magnitud 5.5). En la Tabla 23 se muestra el resumen de los datos finalmente utilizados para determinar el coeficiente g en función de la magnitud y sismogénesis.

Tabla 23: Resumen de datos utilizados en la determinación del parámetro g .

Intervalo Analizado [M_w]	Magnitud Asociada [M_w]	Coeficiente g promedio (T=1 y 2 seg.)	
		Eventos Interplaca	Eventos Intraplaca de Prof. Intermedia
4.5-5.5	5.0	-0.800	-1.067
4.6-5.6	5.1	-0.923	-0.978
4.7-5.7	5.2	-0.809	-1.040
4.8-5.8	5.3	-0.847	-1.041
4.9-5.9	5.4	-0.969	-1.109
5.0-6.0	5.5	-0.957	-1.109
5.1-6.1	5.6	-0.915	-1.081
5.2-6.2	5.7	-0.790	-1.245
5.3-6.3	5.8	-0.619	-1.319
5.4-6.4	5.9	-0.755	-1.365
5.5-6.5	6.0	-0.735	-1.145
5.6-6.6	6.1	-0.826	-1.229
5.7-6.7	6.2	-0.774	-1.347
5.8-6.8	6.3	-0.806	-1.251
5.9-6.9	6.4	-0.779	-1.192
6.0-7.0	6.5	-0.590	-1.229
6.1-7.1	6.6	-0.621	-1.256
6.2-7.2	6.7	-0.624	-1.159
6.3-7.3	6.8	-0.656	-1.354
6.4-7.4	6.9	-0.818	-1.354
6.5-7.5	7.0	-0.754	-1.467
6.6-7.6	7.1	-0.794	-1.467
6.7-7.7	7.2	-0.733	-1.467
6.8-7.8	7.3	-0.319	-1.740
6.9-7.9	7.4	-0.392	-1.740
7.0-8.0	7.5	-0.378	-1.550
7.1-8.1	7.6	-0.359	-1.550
7.2-8.2	7.7	-0.345	-
7.3-8.3	7.8	-0.930	-
7.4-8.4	7.9	-0.511	-
7.5-8.5	8.0	-0.511	-

Como se aprecia en la Figura 29, los valores promedio de g fueron graficados en función de la magnitud y aproximados mediante rectas. Se desestimaron para este ajuste los datos correspondientes a sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia para los intervalos a partir de $7.2 \leq M_w \leq 8.2$, ya que en este caso las regresiones realizadas para magnitudes más altas no aportan información adicional, pues sólo cuentan con datos pertenecientes al Terremoto de Tarapacá (M_w 7.8) ocurrido el 13 de Junio de 2005, el cual corresponde al de mayor magnitud de los sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia estudiados.

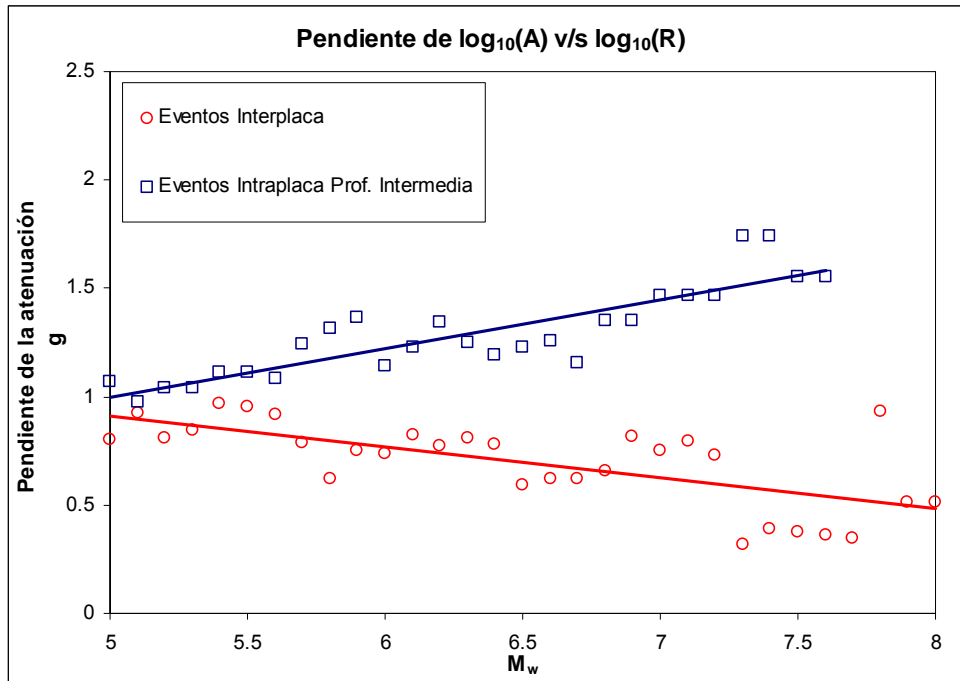


Figura 29: Pendiente de $\log A$ v/s $\log R$.

Así, al aplicar regresión lineal (mínimos cuadrados) a los datos de la Tabla 23, el valor de g de acuerdo a fuente sismogénica queda dado por las siguientes funciones dependientes de la magnitud:

- Sismos Interplaca:

$$g = 1.6241 - 0.1425 \cdot M_w \quad r^2 = 0.4580 \text{ (coeficiente de correlación)}$$

- Sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia:

$$g = -0.1245 + 0.2246 \cdot M_w \quad r^2 = 0.7565 \text{ (coeficiente de correlación)}$$

Al analizar los resultados, se observa una clara diferencia en la atenuación entre los eventos del tipo Interplaca y los del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia, donde estos últimos presentan mayores valores para la pendiente de las curvas de atenuación. Este resultado es coherente con lo obtenido por diversos autores: *los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia presentan una atenuación más rápida en función de la distancia a la fuente que los sismos del tipo Interplaca*. En la Figura 30 se muestran los datos de aceleraciones espectrales, para $T=1$ segundo, de los sismos del tipo Interplaca (izquierda) y de los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia (derecha) para $M_w=7 \pm 0.3$. La diferencia en la pendiente de la atenuación ya mencionada puede apreciarse a partir de los datos de aceleraciones a simple vista, sin la necesidad de realizar un análisis por regresión.

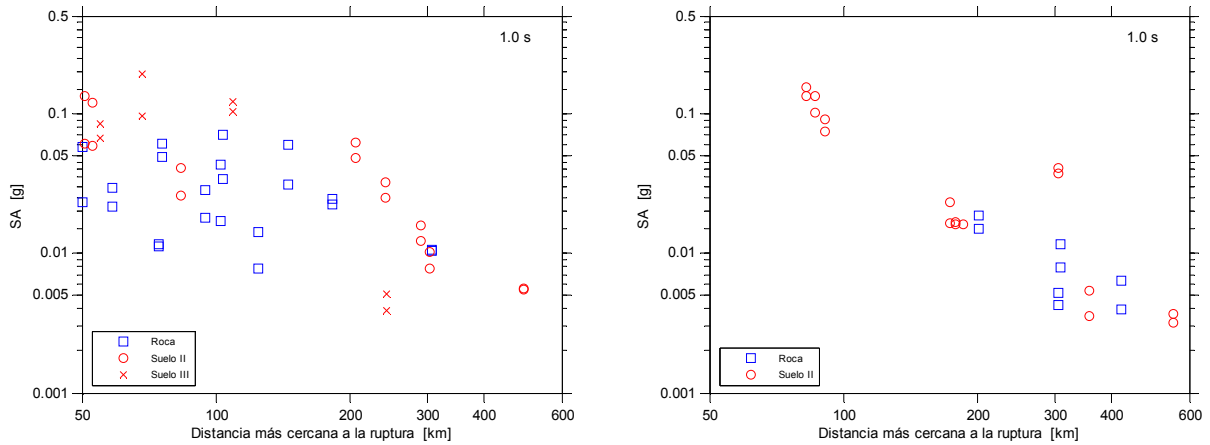


Figura 30: Ilustración de la diferencia en la atenuación entre los sismos del tipo Interplaca (izquierda) y los del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia (derecha) para $M_w=7\pm 0.3$.

En la Figura 31 se comparan las pendientes de la atenuación estimadas en este estudio, con las obtenidas por Atkinson y Boore. Se observa que mientras más elevada es la magnitud de los sismos los resultados se asemejan en mayor medida. En cambio, para magnitudes medias se han obtenido pendientes menores en este trabajo tanto para los sismos del tipo Interplaca como del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia.

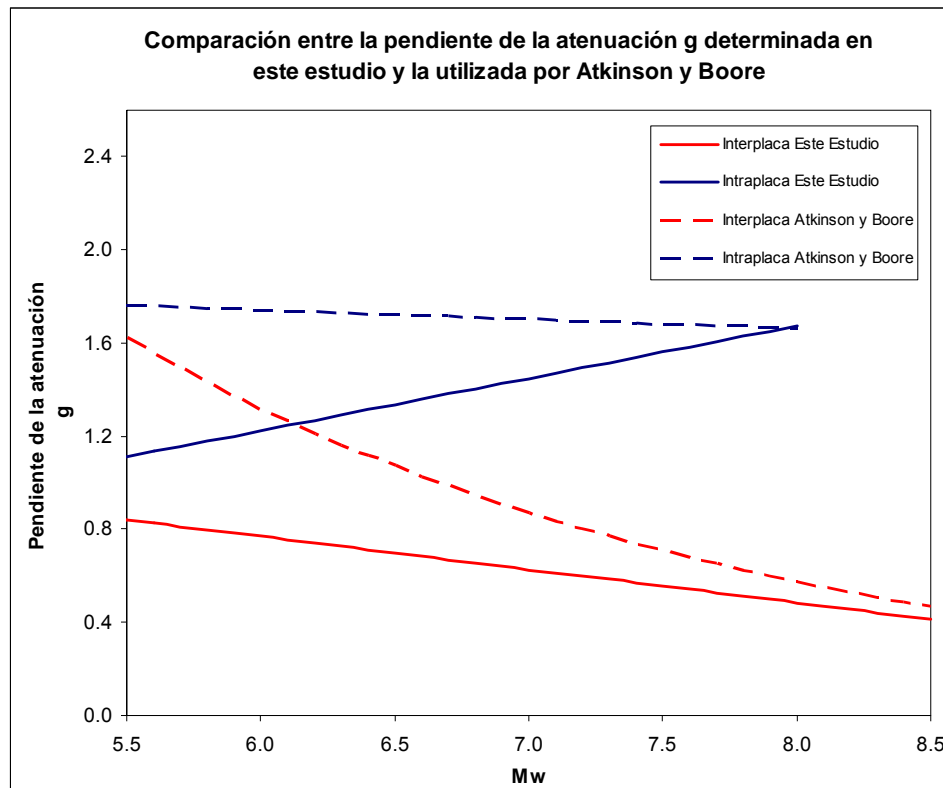


Figura 31: Comparación entre la pendiente de la atenuación g determinada en este estudio y la utilizada por Atkinson y Boore.

5.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO UTILIZADO EN LA REGRESIÓN DE LOS DATOS.

Las regresiones finales de los datos fueron realizadas utilizando el método, de una etapa, de máxima verosimilitud enunciado por Joyner y Boore, 1993 (Ref. 15). Como ya se mencionó anteriormente, este método entrega aproximaciones más robustas que regresiones por el método de mínimos cuadrados. A continuación se expone la formulación matemática en la cual está basado.

La ecuación (5.2-1) corresponde a la fórmula de atenuación que se desarrolla en este estudio:

$$\log_{10}(A_n) = C_1 + C_2 M_n + C_3 H_n + C_4 R_n - g_n \log_{10}(R_n) + C_5 Z_n + \varepsilon_r + \varepsilon_e \quad (5.2-1)$$

donde:

A_n : Aceleración máxima horizontal del suelo (PGA) o aceleración horizontal espectral (SA) correspondiente al registro n-ésimo. [g]

M_n : Magnitud del evento correspondiente al registro n-ésimo [M_w].

H_n : Profundidad focal del evento correspondiente al registro n-ésimo [km].

R_n : Variable representativa de la distancia a la fuente del registro n-ésimo [km].

Z_n : Variable binaria dependiente del tipo de suelo.

C_k : Constantes a determinar por regresión.

ε_r : Variable aleatoria independiente que toma un valor específico para cada registro.

ε_e : Variable aleatoria independiente que toma un valor específico para cada evento.

La media de ε_r sobre todos los registros es 0 y su varianza es σ_r^2 . ε_r representa la variabilidad entre registros.

La media de ε_e sobre todos los eventos es 0 y su varianza es σ_e^2 . ε_e representa la variabilidad entre eventos.

Los registros están numerados de tal forma que todos los registros pertenecientes a un mismo sismo son consecutivos.

Si se define:

$$Y = \begin{bmatrix} \log_{10}(A_1) + g_1 \log_{10}(R_1) \\ \log_{10}(A_2) + g_2 \log_{10}(R_2) \\ \vdots \\ \log_{10}(A_N) + g_N \log_{10}(R_N) \end{bmatrix} \quad (5.2-2)$$

$$B = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \end{bmatrix} \quad (5.2-3)$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & M_1 & H_1 & R_1 & Z_1 \\ 1 & M_2 & H_2 & R_2 & Z_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & M_N & H_N & R_N & Z_N \end{bmatrix} \quad (5.2-4)$$

donde N es el número total de registros de aceleraciones, la ecuación (5.2-1) puede ser escrita equivalentemente a través del sistema

$$Y = XB + e \quad (5.2-5)$$

donde e es el vector de errores, el cual está compuesto por ε_r y ε_e . La ecuación (5.2-5) es lineal en los parámetros que se busca determinar y puede ser resuelta a través de un sistema iterativo. Se asume que los componentes de e tienen una distribución normal con media 0 y matriz de varianza-covarianza V . El método de regresión por mínimos cuadrados podría ser usado para resolver la ecuación (5.2-5) si la matriz de varianza-covarianza V fuese diagonal con elementos iguales (Searle, 1971, p.87), pero V no es diagonal porque existe una correlación entre los registros pertenecientes a un mismo evento. El método de mínimos cuadrados generalizado (Searle, 1971, p.87), el cual consiste en ponderar por la inversa de la matriz V , podría ser utilizado si V fuese conocida de antemano, pero, como se expone a continuación, V depende de σ_r y σ_e . Por lo tanto, se utiliza el método de máxima verosimilitud.

La función de verosimilitud para una muestra de datos que se quiere ajustar a la ecuación (5.2-5) es

$$L = (2\pi)^{-N/2} |V|^{-1/2} \exp \left[-\frac{1}{2} (Y - XB)^T V^{-1} (Y - XB) \right] \quad (5.2-6)$$

(Searle, 1971, p. 87), donde T denota la transposición de matrices y $| \cdot |$ el determinante. Para una matriz V dada, maximizar L con respecto a B es equivalente a minimizar

$$(Y - XB)^T V^{-1} (Y - XB) \quad (5.2-7)$$

La solución (Searle, 1971, p. 87) es

$$\hat{B} = (X^T V^{-1} X)^{-1} X^T V^{-1} Y \quad (5.2-8)$$

Para derivar una expresión de la matriz de varianza-covarianza V , se debe volver a la ecuación (5.2-1) y notar que cada elemento de e representa la suma $\varepsilon_r + \varepsilon_e$, donde ε_r toma un valor específico para cada registro y ε_e toma un valor específico para cada evento. La covarianza de dos elementos de e correspondientes a diferentes sismos es 0. La covarianza de dos elementos correspondientes al mismo sismo es σ_e^2 , la varianza de ε_e . La varianza de un elemento individual es $\sigma_r^2 + \sigma_e^2$, la varianza de $\varepsilon_r + \varepsilon_e$. Recordando que los registros están numerados de tal forma que todos los registros pertenecientes al mismo sismo son consecutivos, la matriz de varianza-covarianza V es, por lo tanto, diagonal por bloques, con

cada bloque correspondiente a un sismo. Luego, se define una matriz normalizada v a través de la ecuación

$$\sigma^2 v = V \quad (5.2-9)$$

donde $\sigma^2 = \sigma_r^2 + \sigma_e^2$. La matriz v es también diagonal por bloques

$$v = \begin{bmatrix} v_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & v_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & v_{N_e} \end{bmatrix} \quad (5.2-10)$$

donde N_e es el número de eventos. La submatriz v_i correspondiente a el evento i está dada por

$$v_i = \begin{bmatrix} 1 & \gamma & \cdots & \gamma \\ \gamma & 1 & \cdots & \gamma \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma & \gamma & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (5.2-11)$$

donde $\gamma = \sigma_e^2 / (\sigma_r^2 + \sigma_e^2)$. El rango de la matriz v_i es R_i , el número de registros del evento i . Sustituyendo la ecuación (5.2-9) en la ecuación (5.2-8) se obtiene

$$\hat{B} = (X^T v^{-1} X)^{-1} X^T v^{-1} Y \quad (5.2-12)$$

Reemplazando la ecuación (5.2-9) en la ecuación (5.2-6) resulta

$$L = (2\pi)^{-N/2} |\sigma^2 v|^{-1/2} \exp \left[-\frac{1}{2} (Y - XB)^T (\sigma^2 v)^{-1} (Y - XB) \right] \quad (5.2-13)$$

Aplicando logaritmo natural a la ecuación anterior se tiene

$$\ln(L) = -\frac{N}{2} \ln(2\pi) - \frac{N}{2} \ln(\sigma^2) - \frac{1}{2} \ln |v| - \frac{1}{2} (Y - XB)^T v^{-1} (Y - XB) / \sigma^2 \quad (5.2-14)$$

La función de verosimilitud L debe ser maximizada con respecto a γ , B y σ^2 . Dado que \hat{B} no depende de σ^2 se procede a maximizar L con respecto a σ^2 diferenciando la ecuación (5.2-14) con respecto a σ^2 , igualando a cero y resolviendo para σ^2 . La solución es

$$\sigma^2 = (Y - X\hat{B})^T v^{-1} (Y - X\hat{B}) / N \quad (5.2-15)$$

Notando que los valores posibles de γ se encuentran acotados al intervalo $[0,1]$, es posible encontrar la solución a través de un proceso iterativo. Para cada valor de γ se calculan

los valores de \hat{B} , σ^2 y la función de verosimilitud L . La solución final corresponde al valor de γ para el cual el logaritmo de la función de verosimilitud, ecuación (5.2-14), alcanza el máximo.

El valor de σ^2 dado por la ecuación (5.2-15) es un estimador sesgado. Un estimador insesgado es

$$\sigma^2 = (Y - X\hat{B})^T v^{-1} (Y - X\hat{B}) / (N - 5) \quad (5.2-16)$$

donde $N - 5$ corresponde a la cantidad de grados de libertad, siendo 5 el rango de la matriz X .

La implementación de este método se encuentra detallada en las rutinas computacionales incluidas en el Anexo D.

5.3 REGRESIONES FINALES.

En todos los ajustes enunciados en este apartado se utilizó el método de regresión descrito en el punto anterior. La base de datos fue dividida, además de la segregación por mecanismo de falla, de acuerdo a la magnitud de los sismos. Para ello, se realizaron regresiones separando los eventos con magnitud $M_w \geq 6.5$ de los eventos de menor importancia. Esta separación se realizó principalmente por dos razones:

- Evitar que la gran cantidad de registros pertenecientes a sismos de magnitud media o baja interfiriera en el ajuste de los sismos importantes.
- Considerar que a partir de esta magnitud los sismos pueden provocar daños significativos en estructuras.

Esta división, por sismogénesis y magnitud, dio origen a 4 regresiones finales:

1. Ajuste para eventos del tipo Interplaca con $M_w \geq 6.5$.
2. Ajuste para eventos del tipo Interplaca con $M_w \leq 6.5$.
3. Ajuste para eventos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia con $M_w \geq 6.5$.
4. Ajuste para eventos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia con $M_w \leq 6.5$.

La única restricción aplicada para limitar la distancia hasta la superficie de ruptura de los registros utilizados corresponde a $D_{ruptura} \leq 600$ km., criterio que solamente excluye un registro del total de la base de datos, perteneciente a un sismo $M_w = 6.4$ clasificado como Intraplaca de Profundidad Intermedia y registrado por la estación COPIAPO-HOSPITAL.

Antes de obtener las regresiones finales propuestas en este estudio se realizaron regresiones para los sismos con $M_w \geq 6.5$, para ambos mecanismos estudiados, con el fin de establecer las constantes que representan el comportamiento de los suelos Tipo II y III (constantes C_5). Los resultados de ambas regresiones fueron ponderados de acuerdo a la cantidad de registros utilizados en cada caso para fijar el valor de estas constantes y asegurar así que la amplificación por tipo de suelo fuese la misma para los sismos Interplaca e Intraplaca de Profundidad Intermedia. En las Tablas 24 y 25 se presentan las constantes obtenidas de estas regresiones, las cuales corresponden a las definidas en la ecuación (5.1-1). Se muestra además la desviación estándar total de los ajustes realizados (σ), y separada por sus componentes entre registros (σ_r) y entre eventos (σ_e). En la Tabla 26 se muestra un resumen de la obtención de las constantes de amplificación por tipo de suelo, las cuales son utilizadas en las regresiones definitivas de este estudio.

Tabla 24: Constantes de la regresión para eventos del tipo Interplaca y $M_w \geq 6.5$ utilizados para determinar la amplificación por tipo de suelo.

Período [s]	C1	C2	C3	C4	C5	σ	σ_e	σ_r
PGA	-2.7731	0.3597	0.0065	-0.0020	0.3283	0.2729	0.1627	0.2191
0.04	-2.3205	0.3105	0.0073	-0.0025	0.3134	0.2773	0.1758	0.2144
0.1	-1.8575	0.2956	0.0055	-0.0028	0.3243	0.3050	0.2086	0.2255
0.2	-1.1529	0.2395	-0.0037	-0.0019	0.3064	0.2910	0.1799	0.2287
0.4	-2.0774	0.3136	0.0021	-0.0013	0.3411	0.2693	0.1245	0.2388
1	-3.9586	0.4724	0.0138	-0.0016	0.2824	0.2965	0.1594	0.2500
2	-4.1368	0.4208	0.0172	-0.0015	0.3084	0.3374	0.1415	0.3063
3	-4.1051	0.4044	0.0140	-0.002	0.3373	0.3224	0.0570	0.3173

Este ajuste incluyó 101 registros de aceleraciones.

Tabla 25: Constantes de la regresión para eventos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia y $M_w \geq 6.5$ utilizados para determinar la amplificación por tipo de suelo.

Período [s]	C1	C2	C3	C4	C5	σ	σ_e	σ_r
PGA	-4.4865	0.9635	-0.0003	-0.0009	0.1568	0.2215	0.1008	0.1972
0.04	-4.1212	0.9422	0.0010	-0.0017	0.0997	0.2054	0.0008	0.2054
0.1	-4.5086	1.0044	0.0016	-0.0015	0.2390	0.2054	0.0004	0.2054
0.2	-4.6706	1.0382	0.0011	-0.0017	0.2863	0.2568	0.0003	0.2568
0.4	-5.4212	1.0823	0.0000	-0.0005	0.3482	0.2471	0.0002	0.2471
1	-7.2986	1.2348	0.0049	-0.0013	0.2278	0.2048	0.0004	0.2048
2	-8.5869	1.3301	0.0046	-0.0004	0.2931	0.1967	0.0008	0.1967
3	-9.1166	1.3534	0.0054	-0.0003	0.2451	0.1842	0.0005	0.1842

Este ajuste incluyó 42 registros de aceleraciones.

Tabla 26: Resumen de la obtención de las constantes de amplificación por tipo de suelo.

Período [s]	C_5 Sismos Interplaca	C_5 Sismos Intraplaca P.I.	C_5 utilizado en las regresiones finales
PGA	0.3283	0.1568	0.28
0.04	0.3134	0.0997	0.25
0.1	0.3243	0.2390	0.30
0.2	0.3064	0.2863	0.30
0.4	0.3411	0.3482	0.34
1	0.2824	0.2278	0.27
2	0.3084	0.2931	0.30
3	0.3373	0.2451	0.31

Una vez fijadas las constantes de amplificación por tipo de suelo se procedió a realizar las regresiones para establecer las constantes que restaban por obtener (C_1 , C_2 , C_3 y C_4).

En las Tablas 27, 28, 29 y 30 se presentan las constantes de las curvas de atenuación finalmente propuestas, las cuales corresponden a las definidas en la ecuación (5.1-1). Se muestra además la desviación estándar total de los ajustes realizados (σ), y separada por sus componentes entre registros (σ_r) y entre eventos (σ_e).

En las Figuras 32 y 33 se presentan las curvas de atenuación finalmente desarrolladas en este estudio para los dos mecanismos de falla estudiados y distintas magnitudes. Se observa claramente la influencia del término de saturación para distancias cercanas a la falla, especialmente en el caso de los sismos Interplaca. Se aprecia también la dependencia de la saturación con respecto a la magnitud de los sismos.

En la Figura 34 se muestran los espectros de aceleraciones estimados a partir de los resultados para ambos mecanismos y distintas distancias a la fuente. En el caso de los sismos del tipo Interplaca se observa que las aceleraciones espectrales predichas para distancias cercanas a la ruptura son bajas y no representan el valor medio de los datos medidos. La causa de esta subestimación de las aceleraciones espectrales para este tipo de sismos se estudia en el siguiente capítulo.

Tabla 27: Constantes de la regresión definitiva para eventos del tipo Interplaca y $M_w \geq 6.5$.

Período [s]	C1	C2	C3	C4	C5	σ	σ_e	σ_f
PGA	-2.6982	0.3582	0.0055	-0.0020	0.2800	0.2734	0.1615	0.2206
0.04	-2.2272	0.3095	0.0057	-0.0024	0.2500	0.2802	0.1785	0.2160
0.1	-1.8210	0.2952	0.0049	-0.0028	0.3000	0.3060	0.2099	0.2226
0.2	-1.1426	0.2393	-0.0038	-0.0019	0.3000	0.2913	0.1805	0.2287
0.4	-2.0754	0.3136	0.0021	-0.0013	0.3400	0.2693	0.1242	0.2389
1	-3.9448	0.4727	0.0135	-0.0016	0.2700	0.2965	0.1605	0.2493
2	-4.1250	0.4207	0.0170	-0.0015	0.3000	0.3373	0.1414	0.3062
3	-4.1405	0.4107	0.0140	-0.0020	0.3100	0.3229	0.0692	0.3154

Este ajuste incluyó 101 registros de aceleraciones.

Tabla 28: Constantes de la regresión definitiva para eventos del tipo Interplaca y $M_w \leq 6.5$.

Período [s]	C1	C2	C3	C4	C5	σ	σ_e	σ_f
PGA	0.2565	-0.1151	0.0064	-0.0012	0.2800	0.3117	0.2408	0.1979
0.04	0.1387	-0.0981	0.0087	-0.0016	0.2500	0.3252	0.2518	0.2058
0.1	0.5043	-0.1165	0.0094	-0.0017	0.3000	0.3206	0.2619	0.1850
0.2	0.0572	-0.0220	0.0044	-0.0006	0.3000	0.3290	0.2429	0.2220
0.4	-1.2186	0.2032	-0.0007	-0.0012	0.3400	0.3328	0.2442	0.2262
1	-2.6394	0.3206	0.0007	-0.0004	0.2700	0.3409	0.2408	0.2413
2	-3.2792	0.3577	-0.0022	0.0000	0.3000	0.3724	0.2865	0.2379
3	-3.6080	0.3662	-0.0017	-0.0003	0.3100	0.3739	0.2933	0.2320

Este ajuste incluyó 168 registros de aceleraciones.

Tabla 29: Constantes de la regresión definitiva para eventos del tipo Intraplaca y $M_w \geq 6.5$.

Período [s]	C1	C2	C3	C4	C5	σ	σ_e	σ_f
PGA	-4.6760	0.9665	0.0007	-0.0011	0.2800	0.2284	0.1142	0.1978
0.04	-4.3376	0.9447	0.0023	-0.0019	0.2500	0.2150	0.0006	0.2150
0.1	-4.5964	1.0054	0.0021	-0.0016	0.3000	0.2071	0.0004	0.2071
0.2	-4.6903	1.0384	0.0012	-0.0017	0.3000	0.2569	0.0003	0.2569
0.4	-5.4094	1.0822	-0.0001	-0.0005	0.3400	0.2472	0.0002	0.2472
1	-7.3594	1.2354	0.0053	-0.0014	0.2700	0.2056	0.0004	0.2056
2	-8.5968	1.3302	0.0046	-0.0005	0.3000	0.1967	0.0008	0.1967
3	-9.2100	1.3544	0.0060	-0.0004	0.3100	0.1863	0.0005	0.1863

Este ajuste incluyó 42 registros de aceleraciones.

Tabla 30: Constantes de la regresión definitiva para eventos del tipo Intraplaca y $M_w \leq 6.5$.

Período [s]	C1	C2	C3	C4	C5	σ	σ_e	σ_f
PGA	-4.6187	0.9127	0.0030	-0.0012	0.2800	0.2448	0.1774	0.1686
0.04	-5.0036	1.0097	0.0033	-0.0018	0.2500	0.2532	0.1844	0.1735
0.1	-4.4810	0.9645	0.0030	-0.0014	0.3000	0.2749	0.197	0.1918
0.2	-4.5984	0.9536	0.0030	-0.0008	0.3000	0.2945	0.1906	0.2245
0.4	-5.9103	1.1634	-0.0003	-0.0004	0.3400	0.3194	0.2462	0.2034
1	-7.5438	1.3527	0.0020	-0.0018	0.2700	0.3412	0.2592	0.2219
2	-8.4678	1.4300	0.0018	-0.0019	0.3000	0.3678	0.2651	0.2549
3	-8.6593	1.4177	0.0008	-0.0018	0.3100	0.3647	0.2418	0.2731

Este ajuste incluyó 204 registros de aceleraciones.

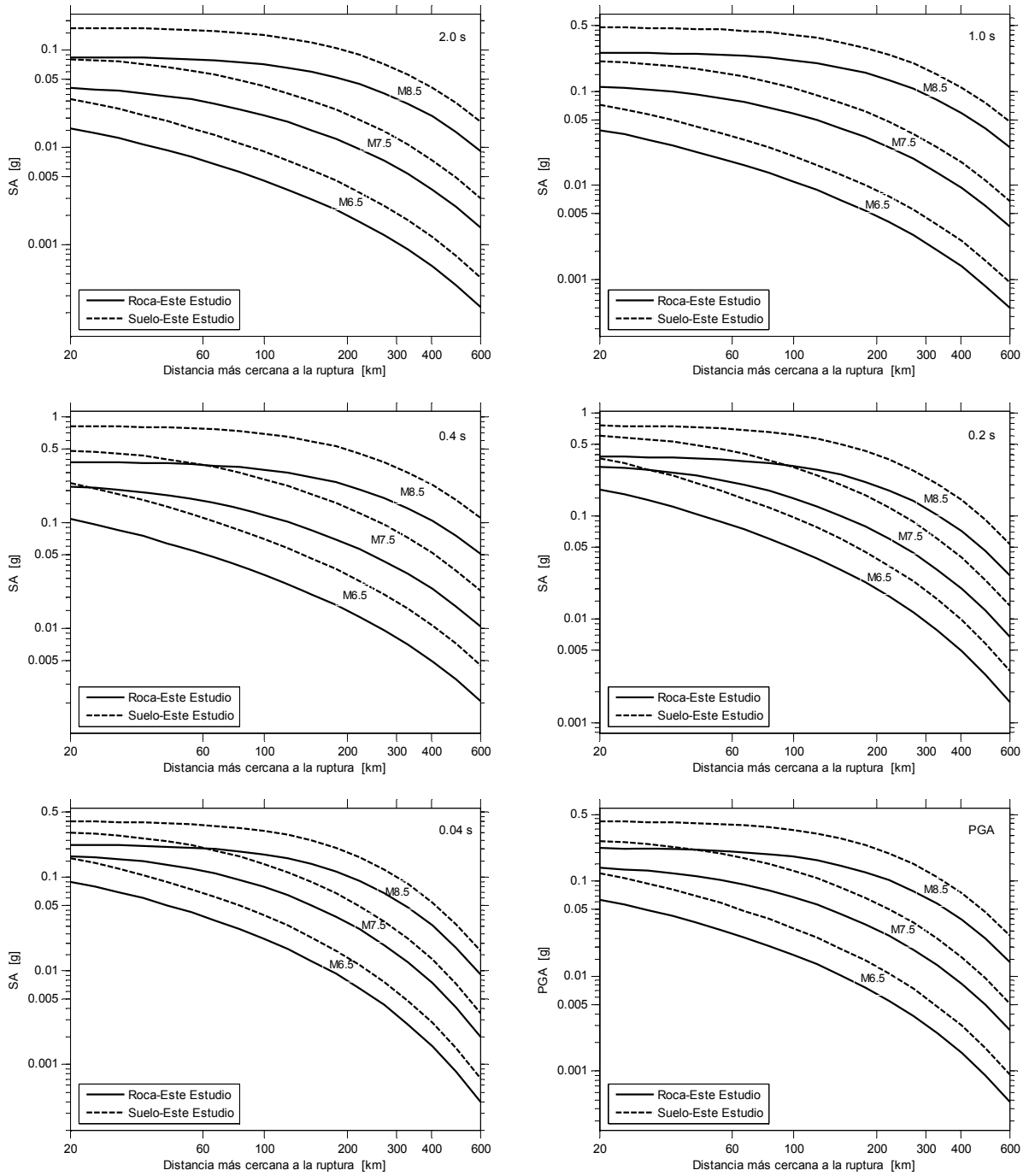


Figura 32: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 6.5, 7.5, 8.5; H=35$ km).

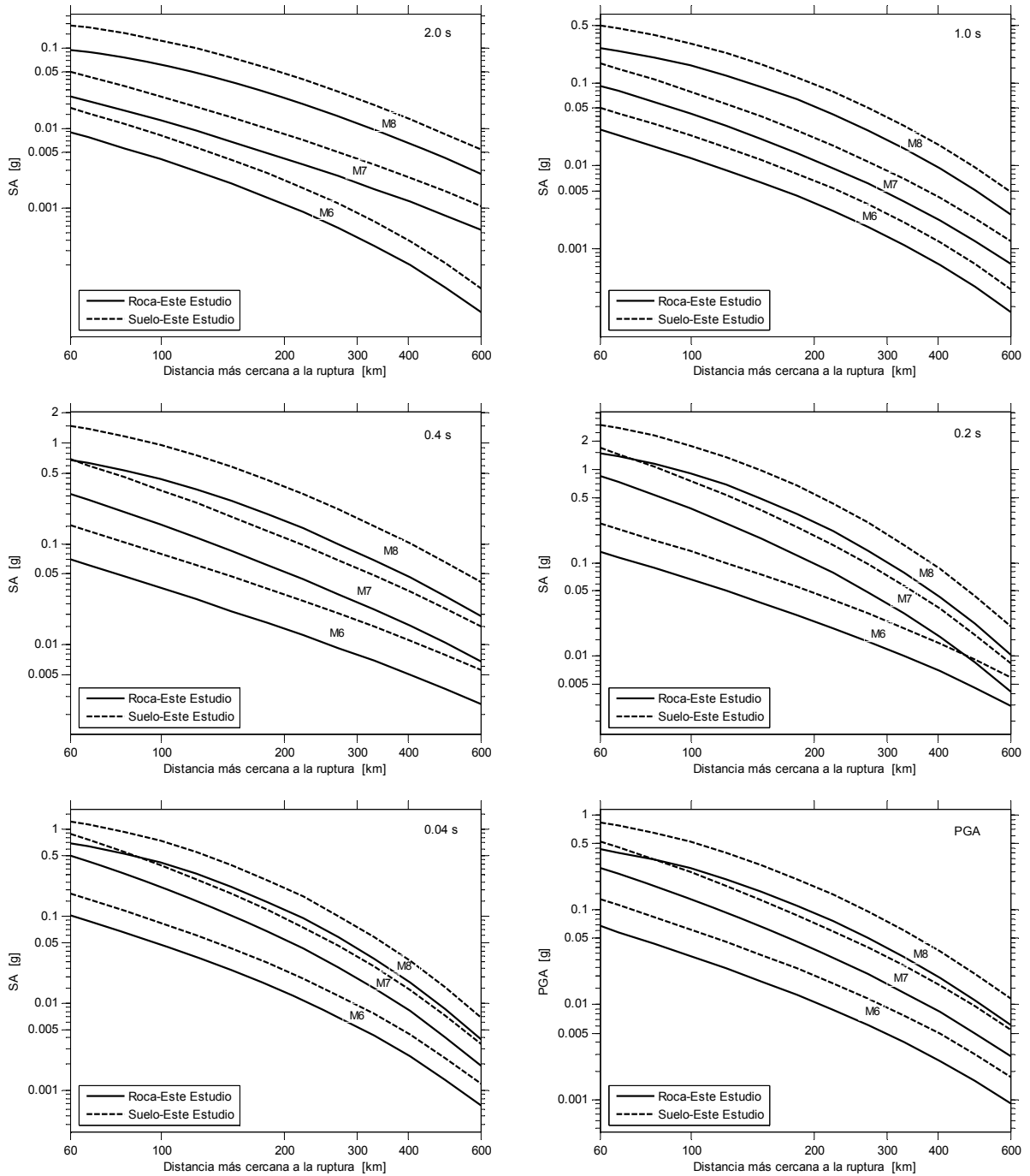


Figura 33: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 6, 7, 8; H=75$ km).

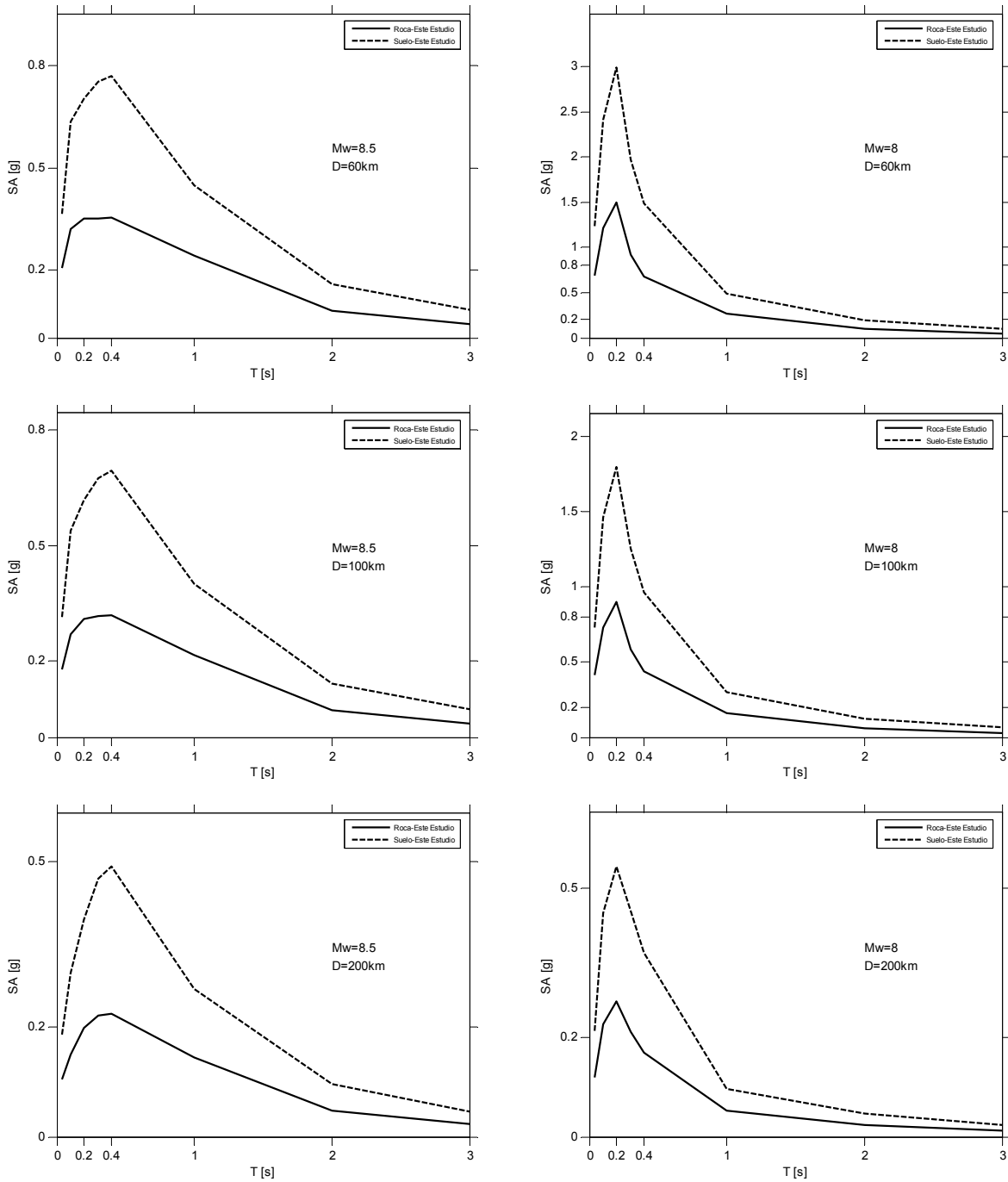


Figura 34: Aceleraciones espectrales sismos del tipo Subducción Interplaca $M_w=8.5$, $H=35$ km (izquierda) y del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia $M_w=8.0$, $H=75$ km (derecha), para distancias a la ruptura $D=60$, 100 y 200 km.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

6.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

En el Capítulo V se presentaron los resultados de las regresiones. De éstos se puede señalar lo siguiente:

- La separación por magnitud de la base de datos se considera conveniente, ya que los valores de las constantes estimadas varían notoriamente de una regresión a otra. Además, esta segregación asegura que los datos de sismos de baja y mediana intensidad no interfieran en el ajuste de los eventos de mayor importancia. En las Figuras 35 y 36 se comparan las curvas estimadas para $M_w=6.5$, a partir de las regresiones realizadas con datos de sismos de magnitud $M_w \geq 6.5$ y las realizadas con datos de sismos de magnitud $M_w \leq 6.5$. Se observa que en el caso de los sismos del tipo Interplaca las curvas estimadas para $M_w=6.5$ con datos de sismos más intensos predicen aceleraciones más altas para distancias cercanas a la ruptura ($D_{ruptura} \leq 200$ km), en cambio, para distancias mayores son las curvas estimadas con datos de sismos de mediana intensidad las que predicen aceleraciones más elevadas. Esto puede deberse a la falta de registros en roca para magnitudes $M_w \leq 6.5$ y distancias mayores a 250 km., lo que produce que para distancias elevadas las curvas se ajusten a los datos de suelos Tipo II y III, que corresponden a amplitudes más altas que para las estaciones ubicadas en roca. En el caso de los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia se aprecia que las curvas estimadas para $M_w=6.5$ con datos de sismos más intensos predicen en general aceleraciones más altas. Se establece como válido el uso de las curvas de atenuación estimadas para magnitudes $M_w < 6.5$ sólo hasta los 200 km. para ambos mecanismos de falla estudiados.
- Las curvas de atenuación obtenidas se ajustan de manera adecuada a los datos de aceleraciones, especialmente para los eventos de magnitudes más elevadas. Se observa que en general los datos para estaciones ubicadas en suelos Tipo II y III (Suelo) son más altos que para las estaciones ubicadas en Suelo Tipo I (Roca), y las curvas desarrolladas aproximan de manera correcta este fenómeno. Las aceleraciones estimadas para suelo son mayores que las estimadas para roca, encontrando que el valor de las aceleraciones en suelo pueden ser hasta 2 veces el valor de las aceleraciones para roca. Se obtuvo que la constante C_5 , correspondiente a la amplificación por tipo de suelo es positiva para todos los casos analizados. En las Figuras 37 a 44 se muestra el ajuste de las curvas desarrolladas con respecto a los datos de aceleraciones de los sismos del tipo Interplaca y los del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia, para todo el rango de magnitudes analizado.
- Como ya se mencionó anteriormente, en el caso de los sismos del tipo Interplaca con magnitudes altas ($M_w \geq 8.0$) se observa que las aceleraciones espectrales predichas para distancias cercanas a la ruptura son bajas y no representan el valor medio de los datos medidos. Esto puede apreciarse en la Figura 37, donde se observa que la estimación de aceleraciones para Roca es menor que la mayoría de los datos medidos. Este problema se atribuye a un valor excesivamente alto del término que modela la saturación para distancias cercanas a la ruptura.

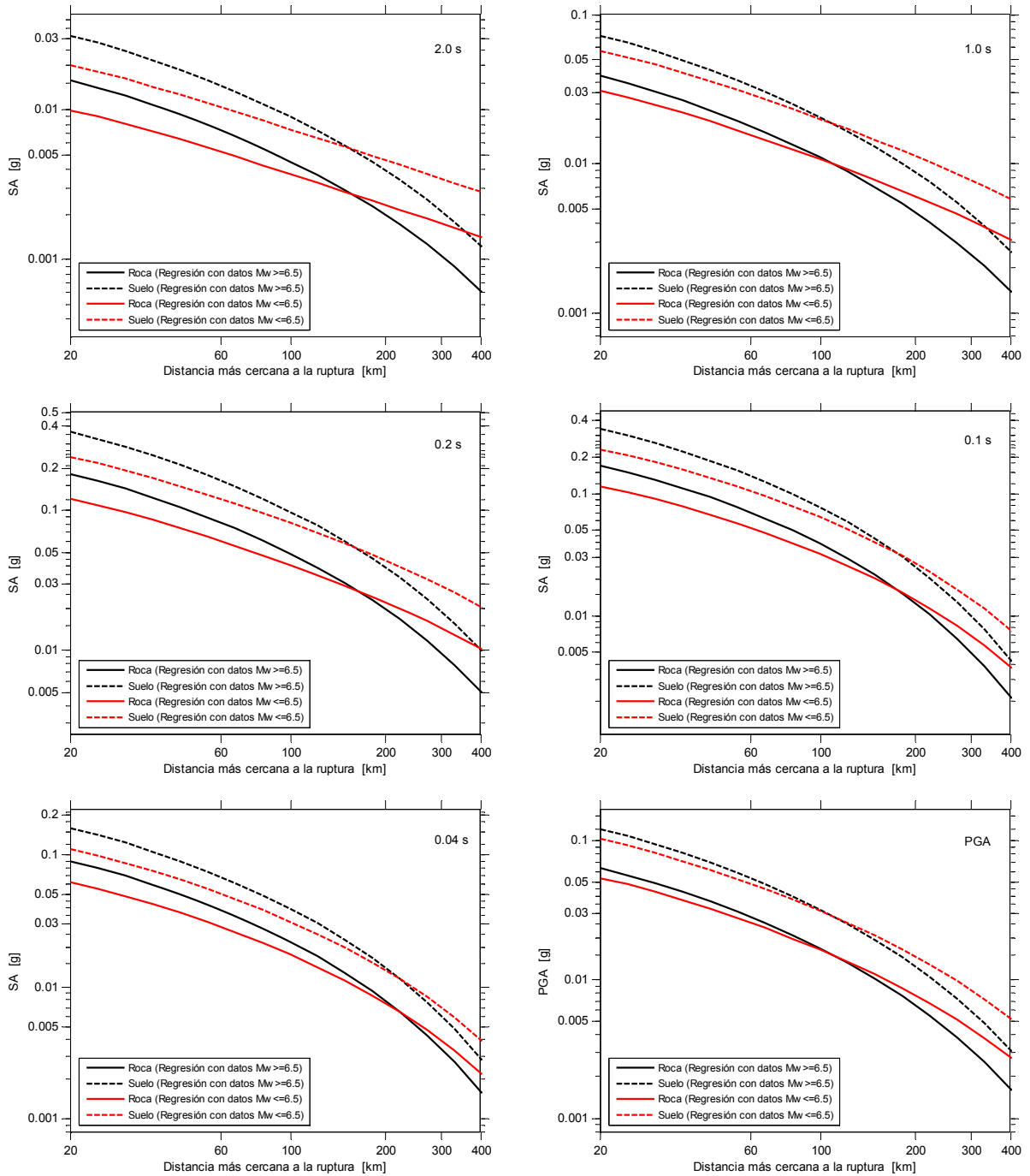


Figura 35: Comparación entre las curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 6.5$, $H=35\text{km}$).

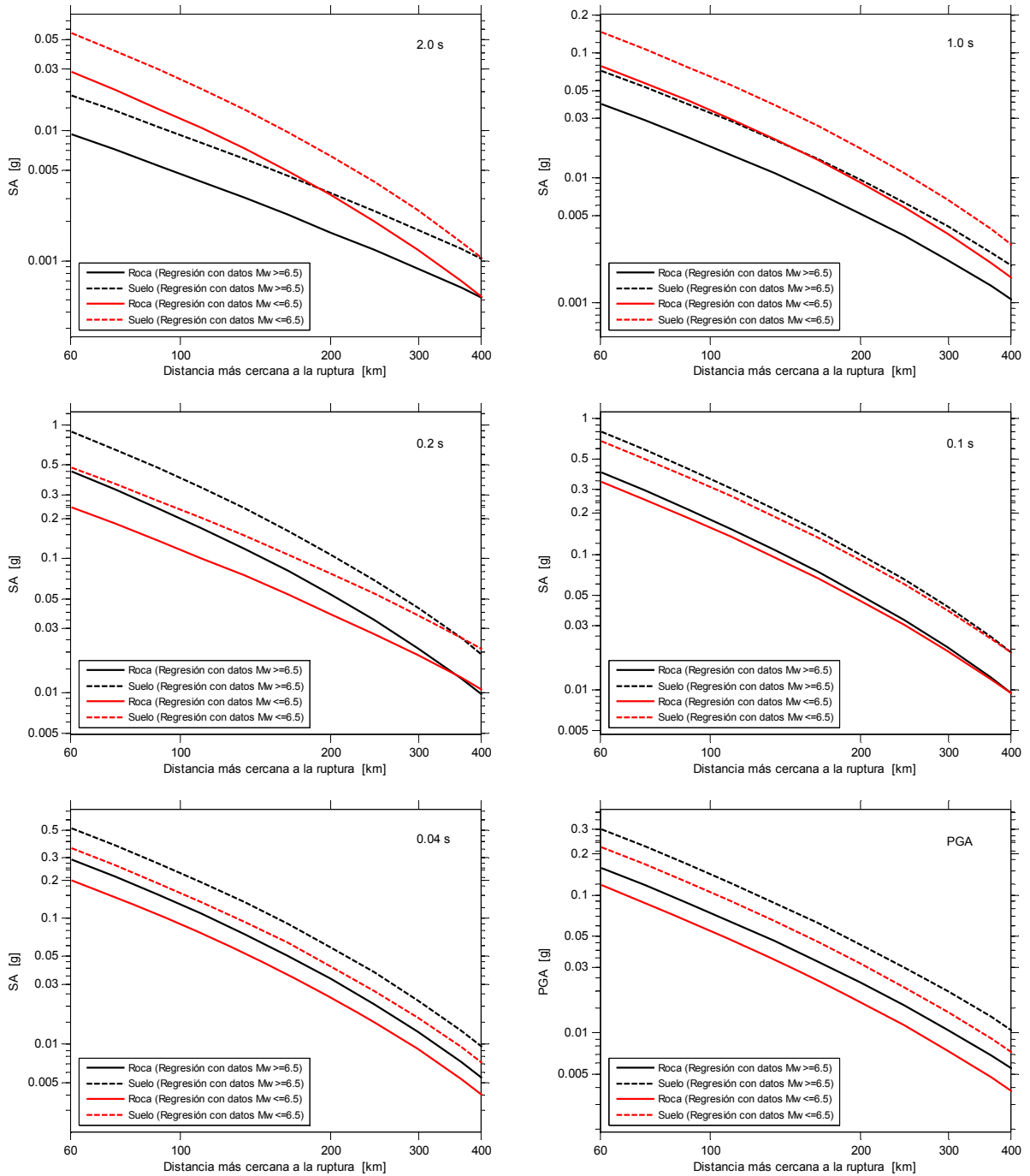


Figura 36: Comparación entre las curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 6.5$, $H=35\text{km}$).

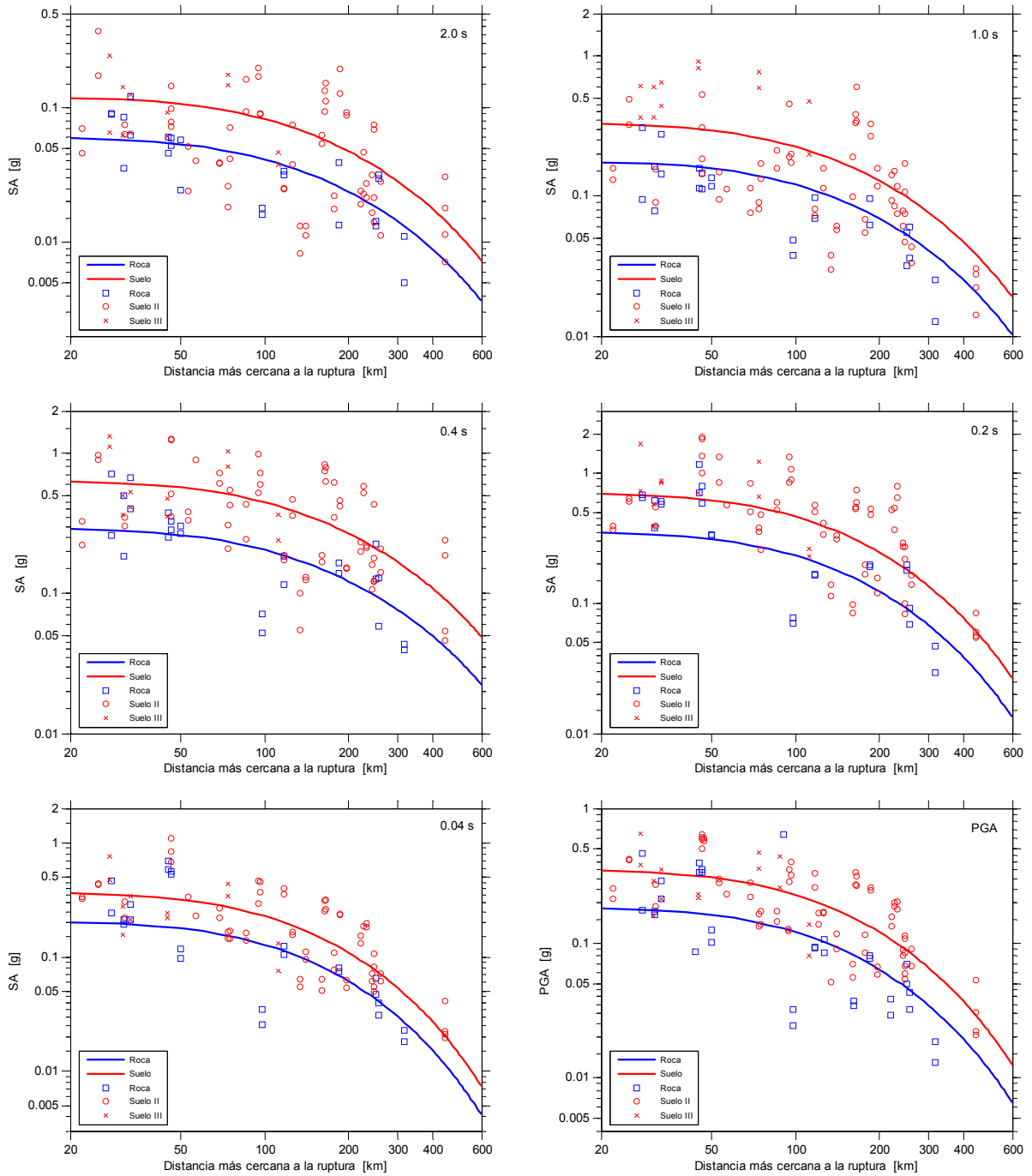


Figura 37: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 8.0 \pm 0.5$, $H=35$ km).

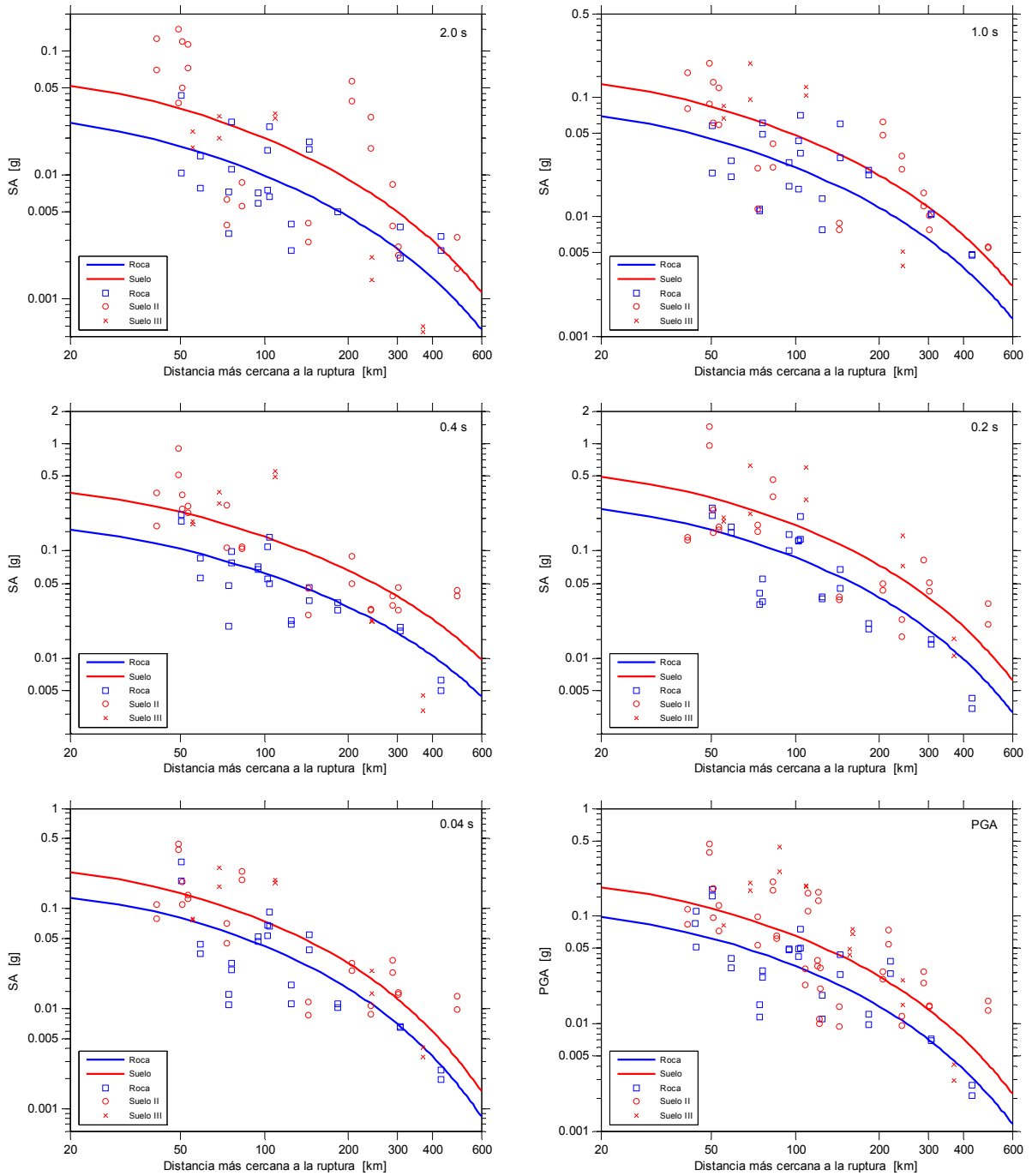


Figura 38: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 7.0 \pm 0.5$, $H=35$ km).

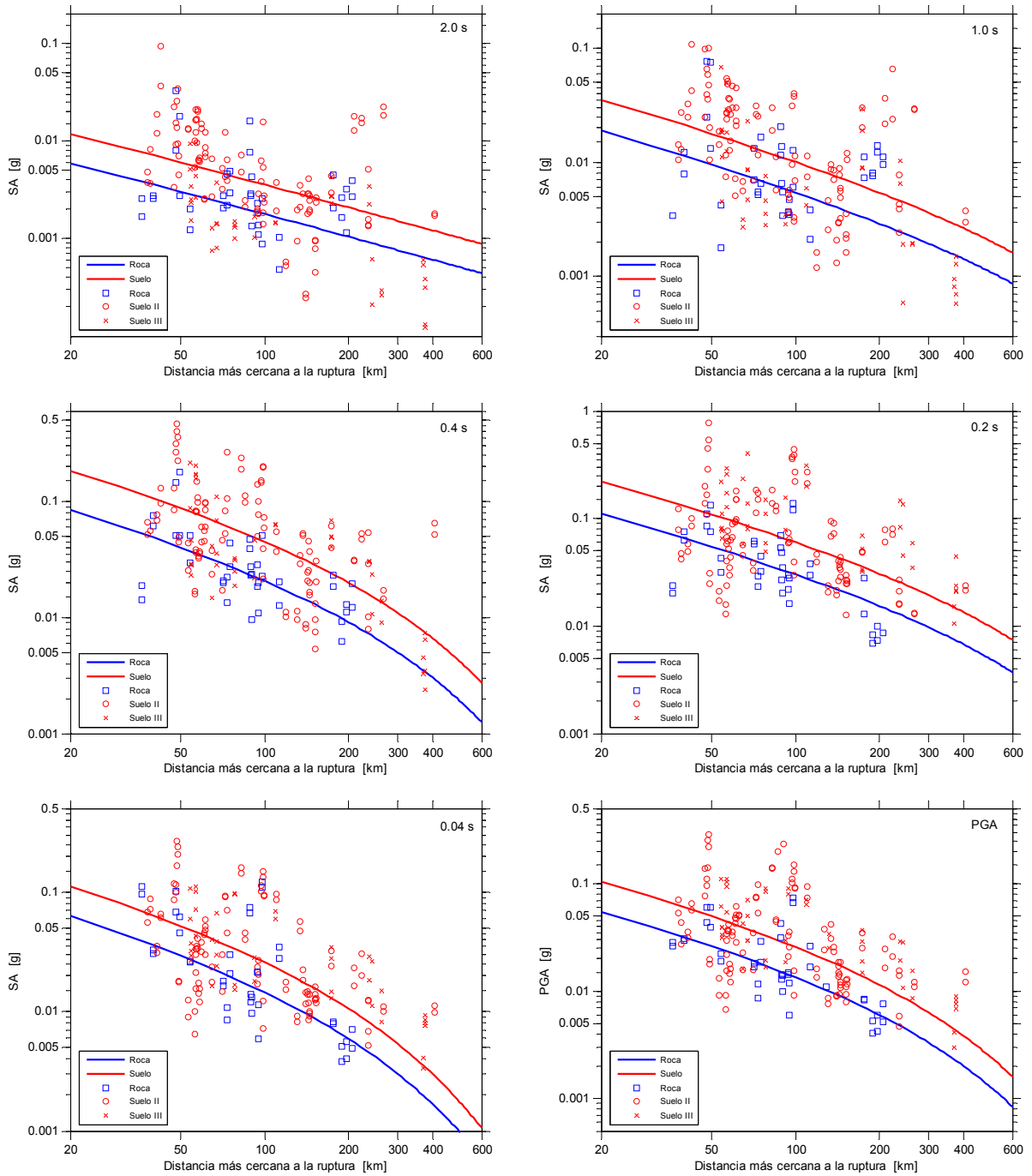


Figura 39: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 6.0 \pm 0.5$, $H=35$ km).

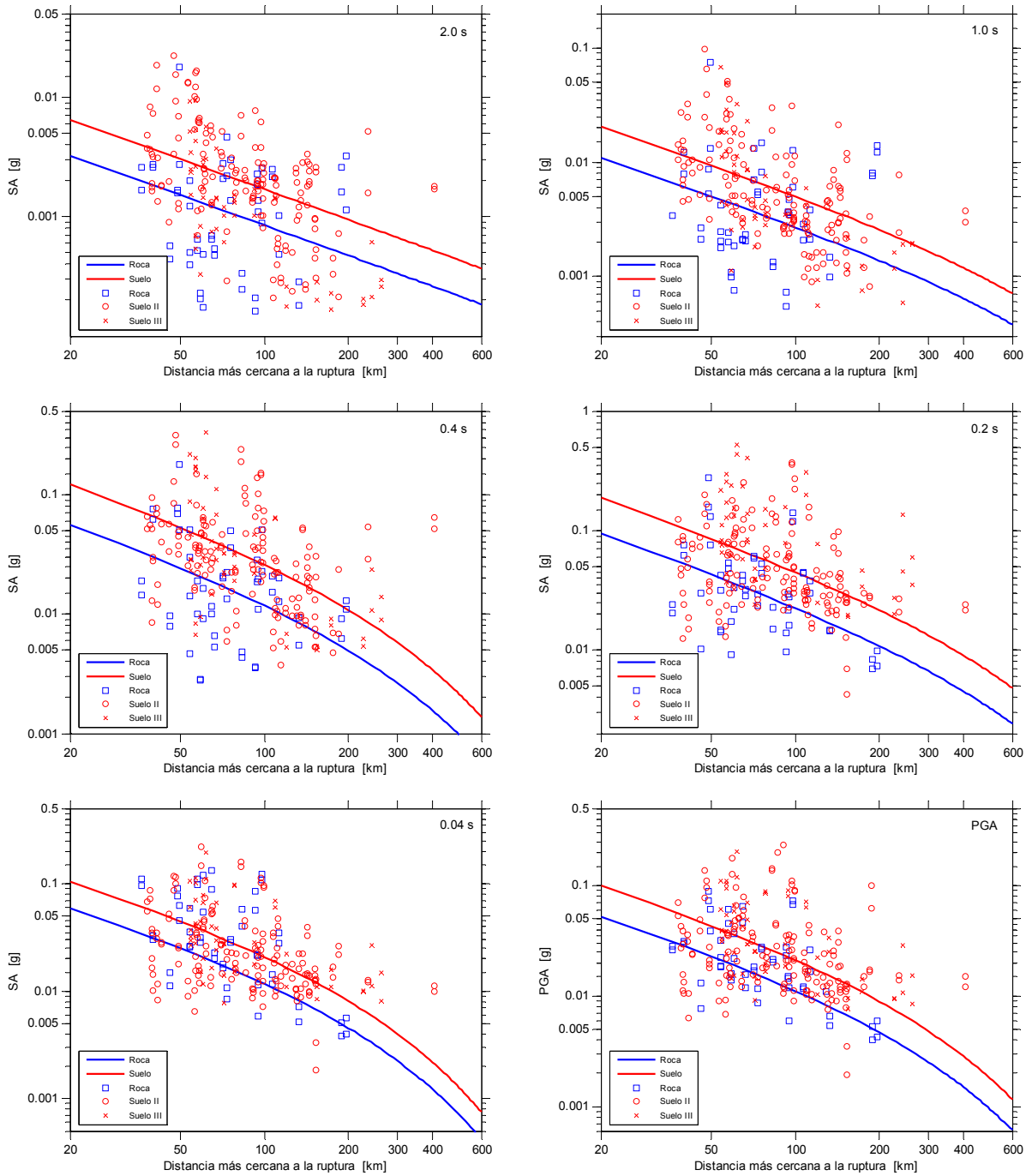


Figura 40: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 5.5 \pm 0.5$, $H=35$ km).

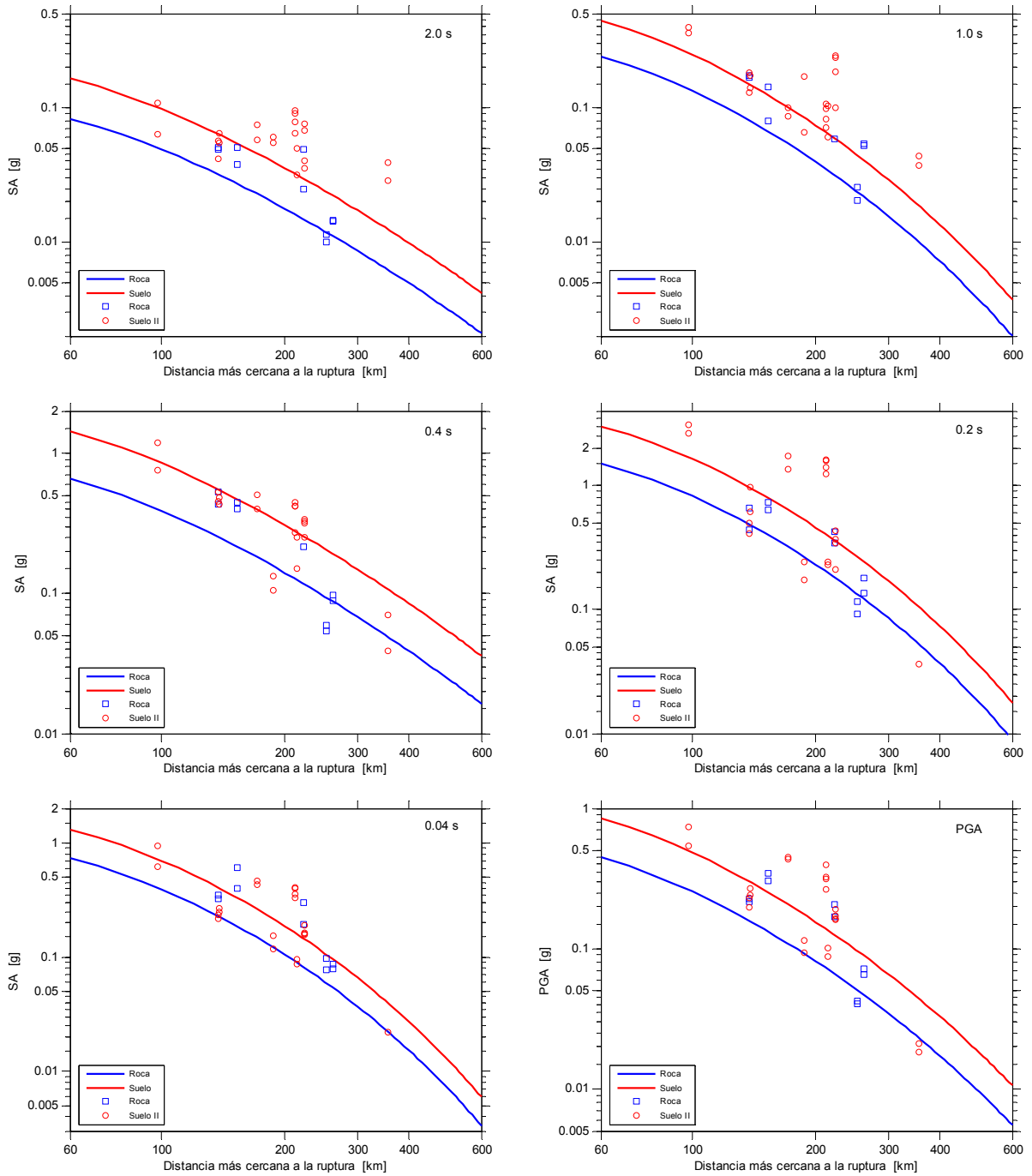


Figura 41: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 7.8 \pm 0.5$, $H=75$ km).

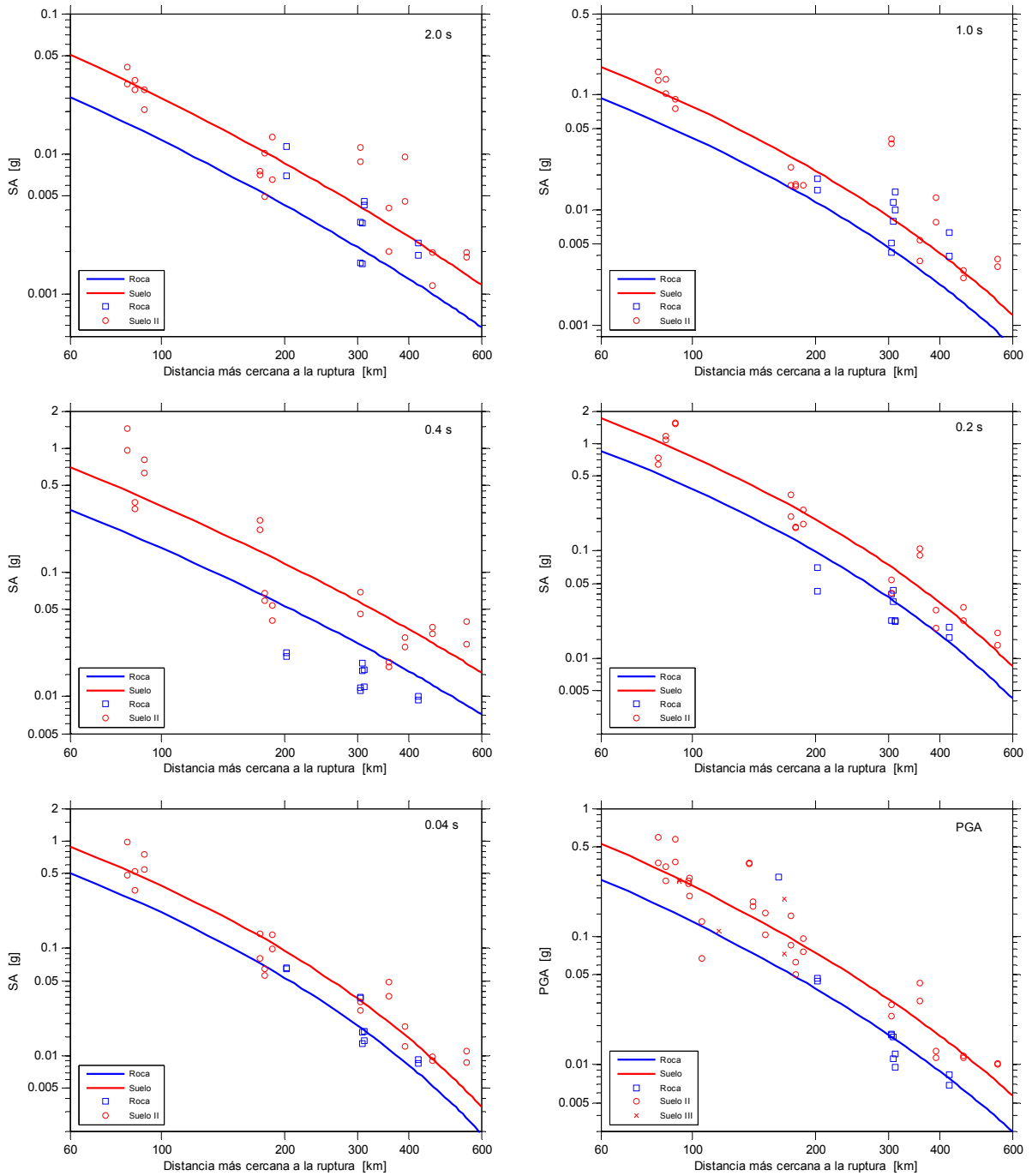


Figura 42: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 7.0 \pm 0.5$, $H=75$ km).

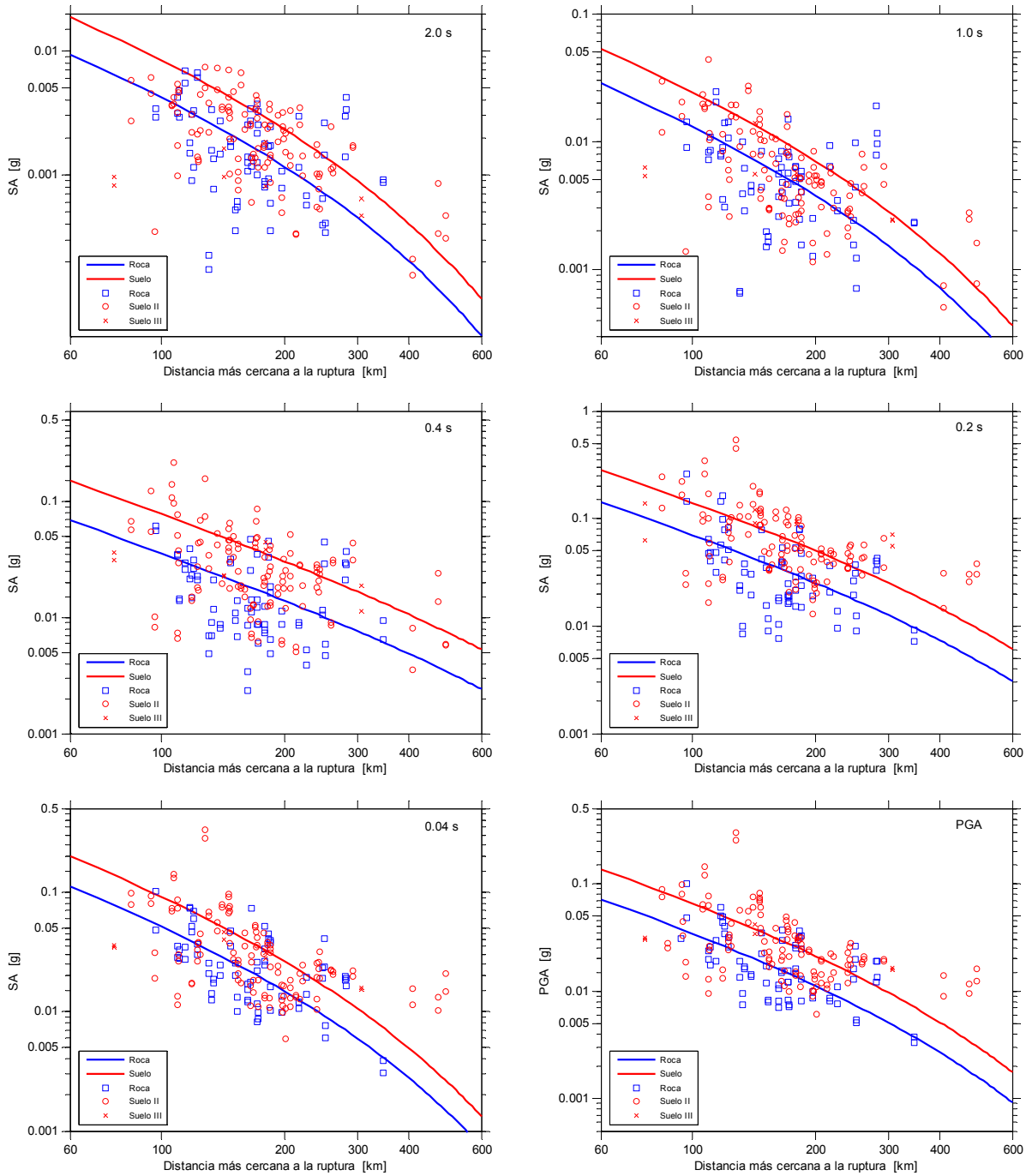


Figura 43: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 6.0 \pm 0.5$, $H=75$ km).

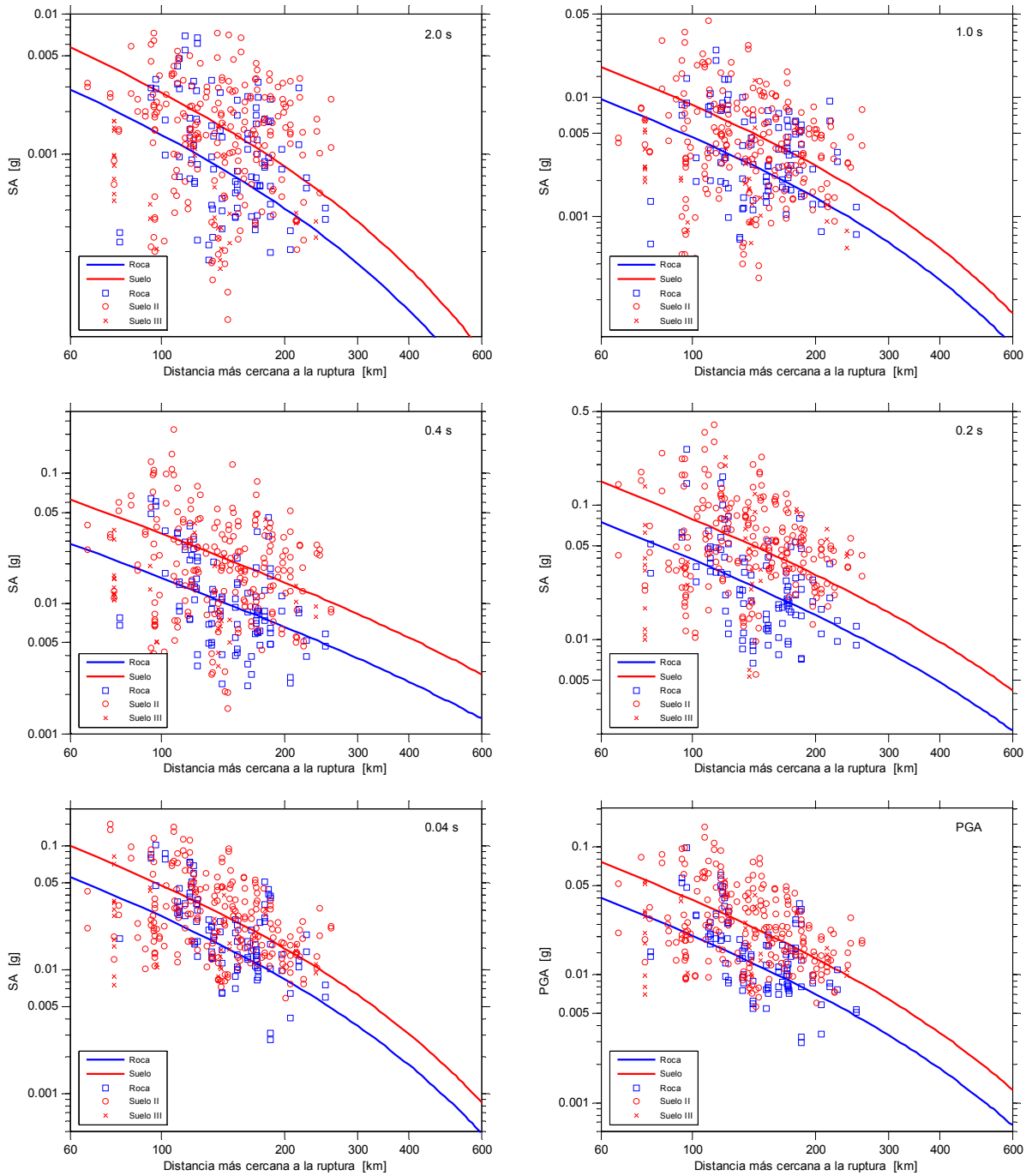


Figura 44: Curvas de atenuación desarrolladas en este estudio para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 5.5 \pm 0.5$, $H=75$ km).

- Los errores de la estimación están medidos en base logarítmica, esto es $\log_{10}(error) = \log_{10}(\text{valor medido}) - \log_{10}(\text{valor estimado})$. Así, un error de 0.1 representa una sub o sobrestimación de las aceleraciones por un factor de $10^{0.1} = 1.26$. En este caso, dadas las desviaciones estándar de los errores obtenidas en cada ajuste, los factores de sub o sobrestimación de aceleraciones cometidos son los indicados en las Tablas 31 y 32:

Tabla 31: Factor de sub o sobrestimación de aceleraciones incurrido para sismos con $M_w \geq 6.5$.

Período T [s]	Eventos Interplaca		Eventos Intraplaca de Prof. Intermedia	
	σ	Factor	σ	Factor
PGA	0.2734	1.88	0.2284	1.69
0.04	0.2802	1.91	0.2150	1.64
0.1	0.3060	2.02	0.2071	1.61
0.2	0.2913	1.96	0.2569	1.81
0.4	0.2693	1.86	0.2472	1.77
1	0.2965	1.98	0.2056	1.61
2	0.3373	2.17	0.1967	1.57
3	0.3229	2.10	0.1863	1.54

Tabla 32: Factor de sub o sobrestimación de aceleraciones incurrido para sismos con $M_w \leq 6.5$.

Período T [s]	Eventos Interplaca		Eventos Intraplaca de Prof. Intermedia	
	σ	Factor	σ	Factor
PGA	0.3117	2.05	0.2448	1.76
0.04	0.3252	2.11	0.2532	1.79
0.1	0.3206	2.09	0.2749	1.88
0.2	0.3290	2.13	0.2945	1.97
0.4	0.3328	2.15	0.3194	2.09
1	0.3409	2.19	0.3412	2.19
2	0.3724	2.36	0.3678	2.33
3	0.3739	2.37	0.3647	2.32

En las Figuras 45, 46, 47 y 48 se han graficado los errores de la estimación cometidos para cada registro con respecto a su distancia hasta la ruptura para las 4 regresiones definitivas de este estudio, indicando además la respectiva desviación estándar de los errores.

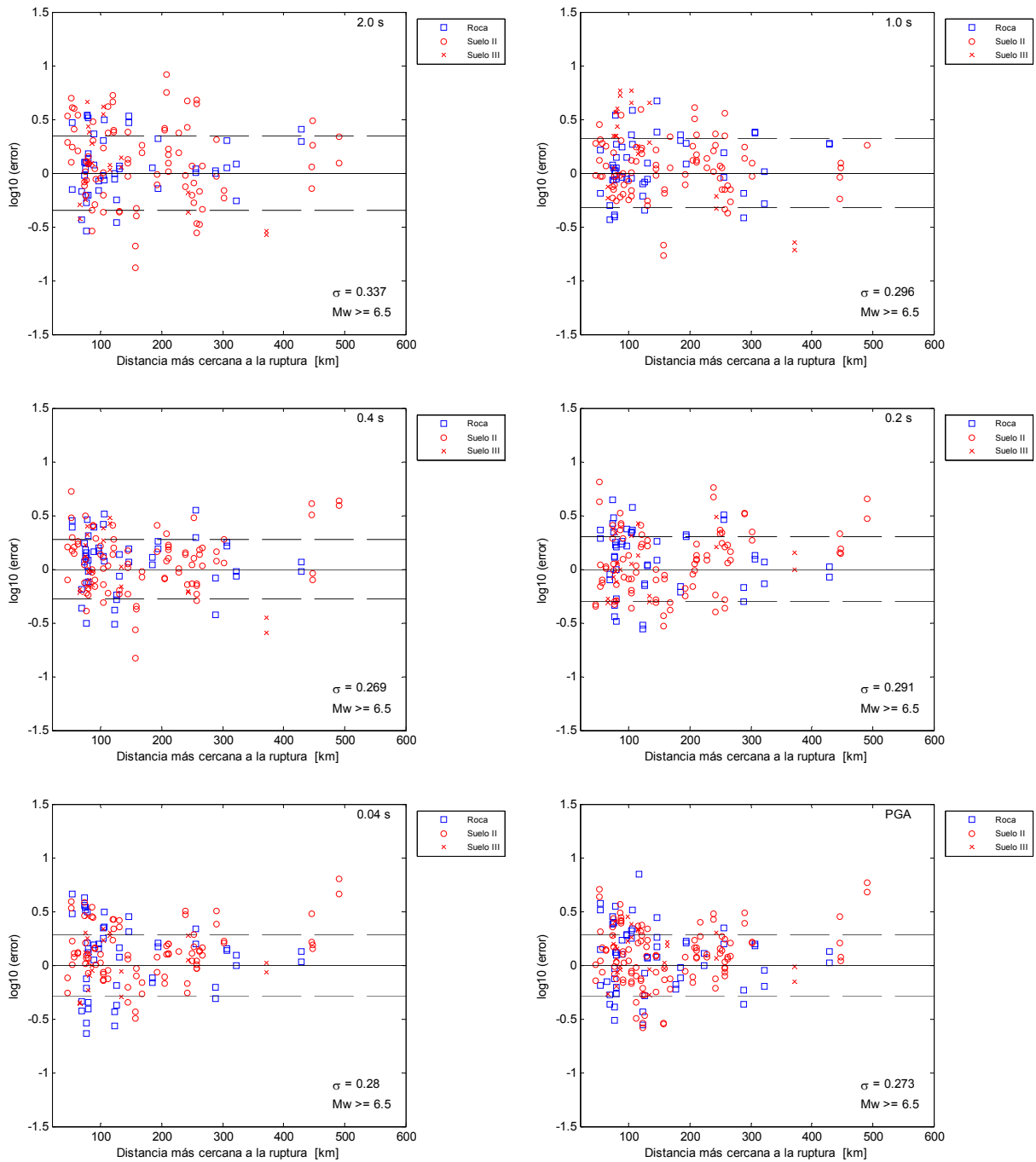


Figura 45: $\log_{10} error$ (\log_{10} valor medido – \log_{10} valor estimado) basado en la regresión para eventos del tipo Subducción Interplaca y $M_w \geq 6.5$. La línea segmentada corresponde a \log_{10} (desviación estándar de los errores).

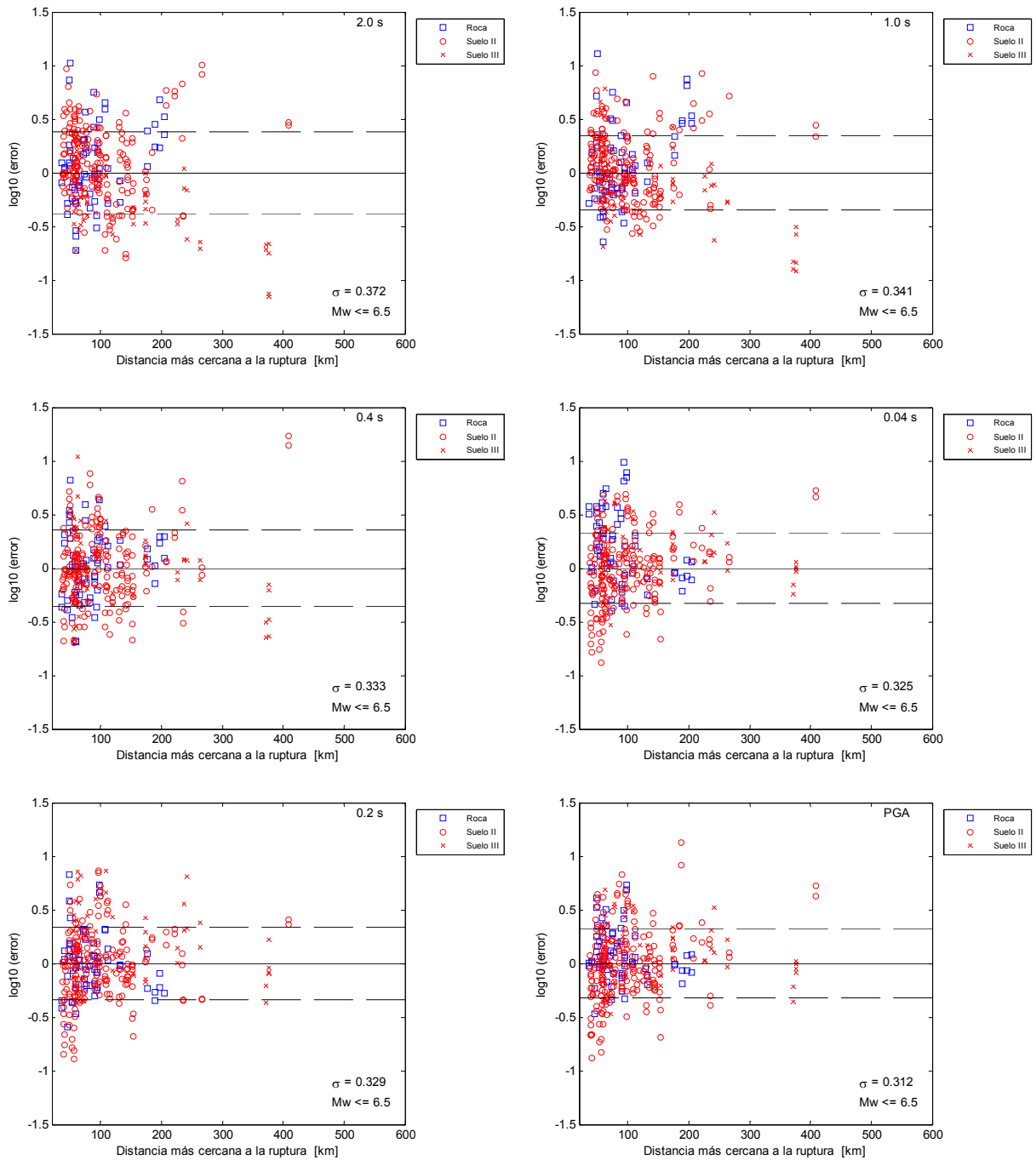


Figura 46: $\log_{10} error$ (\log_{10} valor medido – \log_{10} valor estimado) basado en la regresión para eventos del tipo Subducción Interplaca y $M_w \leq 6.5$. La línea segmentada corresponde a \log_{10} (desviación estándar de los errores).

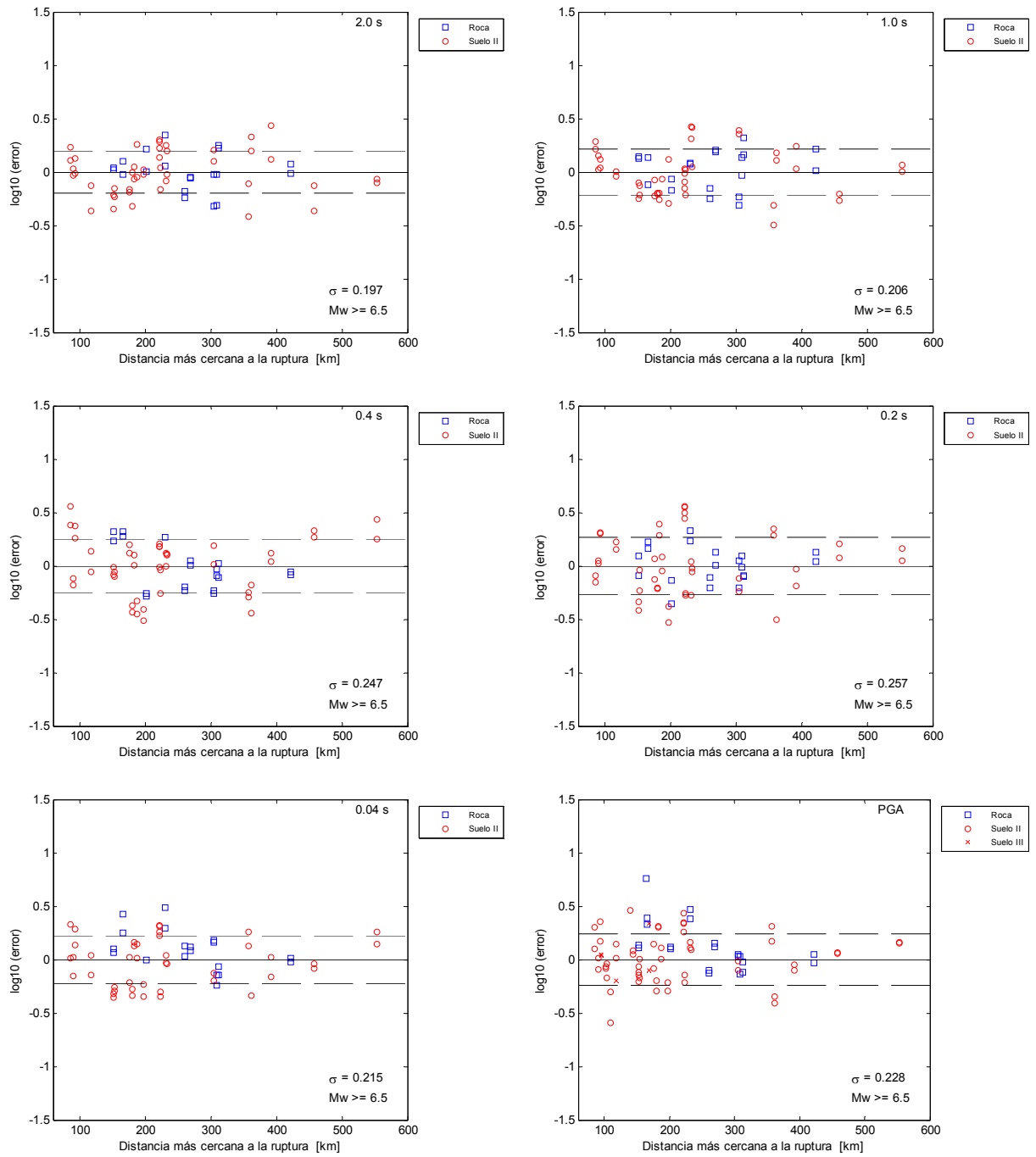


Figura 47: $\log_{10} \text{error}$ (\log_{10} valor medido – \log_{10} valor estimado) en la regresión para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia y $M_w \geq 6.5$. La línea segmentada corresponde a \log_{10} (desviación estándar de los errores).

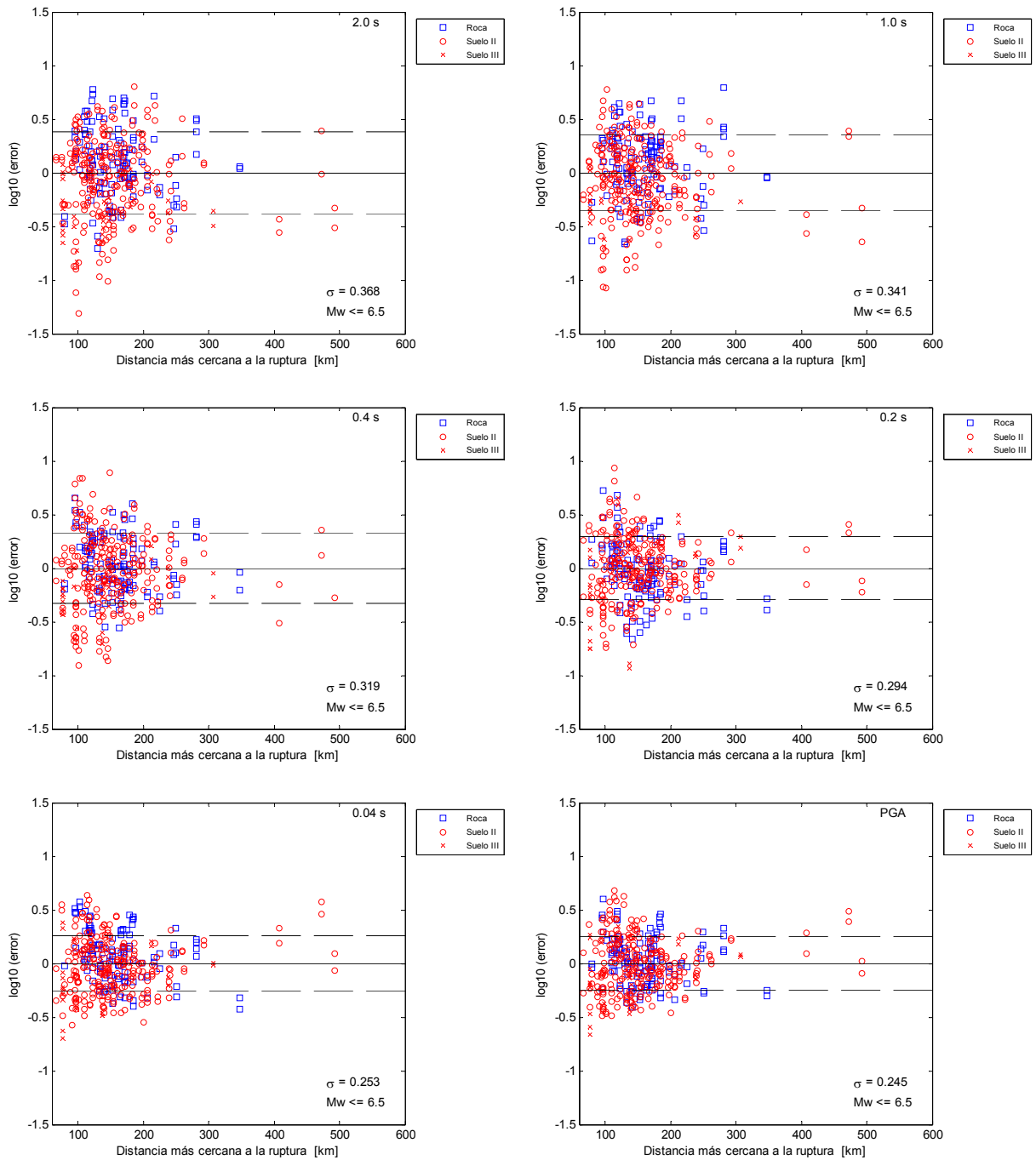


Figura 48: $\log_{10} error$ (\log_{10} valor medido – \log_{10} valor estimado) basado en la regresión para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia y $M_w \leq 6.5$. La línea segmentada corresponde a \log_{10} (desviación estándar de los errores).

- Las desviaciones estándar de los errores están aproximadamente dentro del rango de 0.2-0.35, donde se tiene que para las regresiones realizadas con datos de magnitudes más elevadas el ajuste es mejor. En la Figura 49 se muestran las desviaciones estándar de los errores de las 4 regresiones definitivas realizadas en este trabajo para los distintos períodos estudiados. Se aprecia que el ajuste de los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia es mejor, principalmente para la regresión realizada con datos de sismos $M_w \geq 6.5$. Este resultado puede atribuirse a la escasa cantidad de registros empleados, 42 PGA y 32 SA. Además, al analizar la Tabla 29, que contiene los resultados de esta regresión, se observa que la desviación estándar entre eventos σ_e es prácticamente nula para las aceleraciones espectrales. Esto probablemente se debe a que los sismos analizados son sólo 5 y el terremoto de Tarapacá ($M_w=7.8$, 13 de Junio de 2005) aporta el 50% de los datos, por lo que la componente de variabilidad entre registros es la más importante. Se comparan también en la Figura 49, los resultados de desviación estándar de los errores con respecto a los obtenidos por Atkinson y Boore.

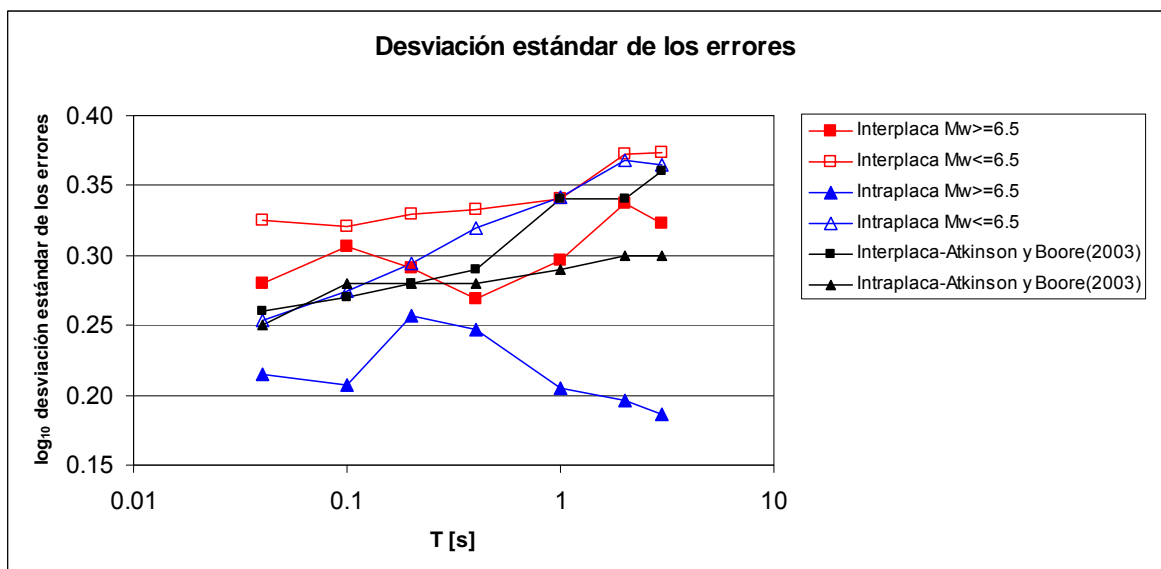


Figura 49: Comparación de la desviación estándar de los errores para las regresiones realizadas.

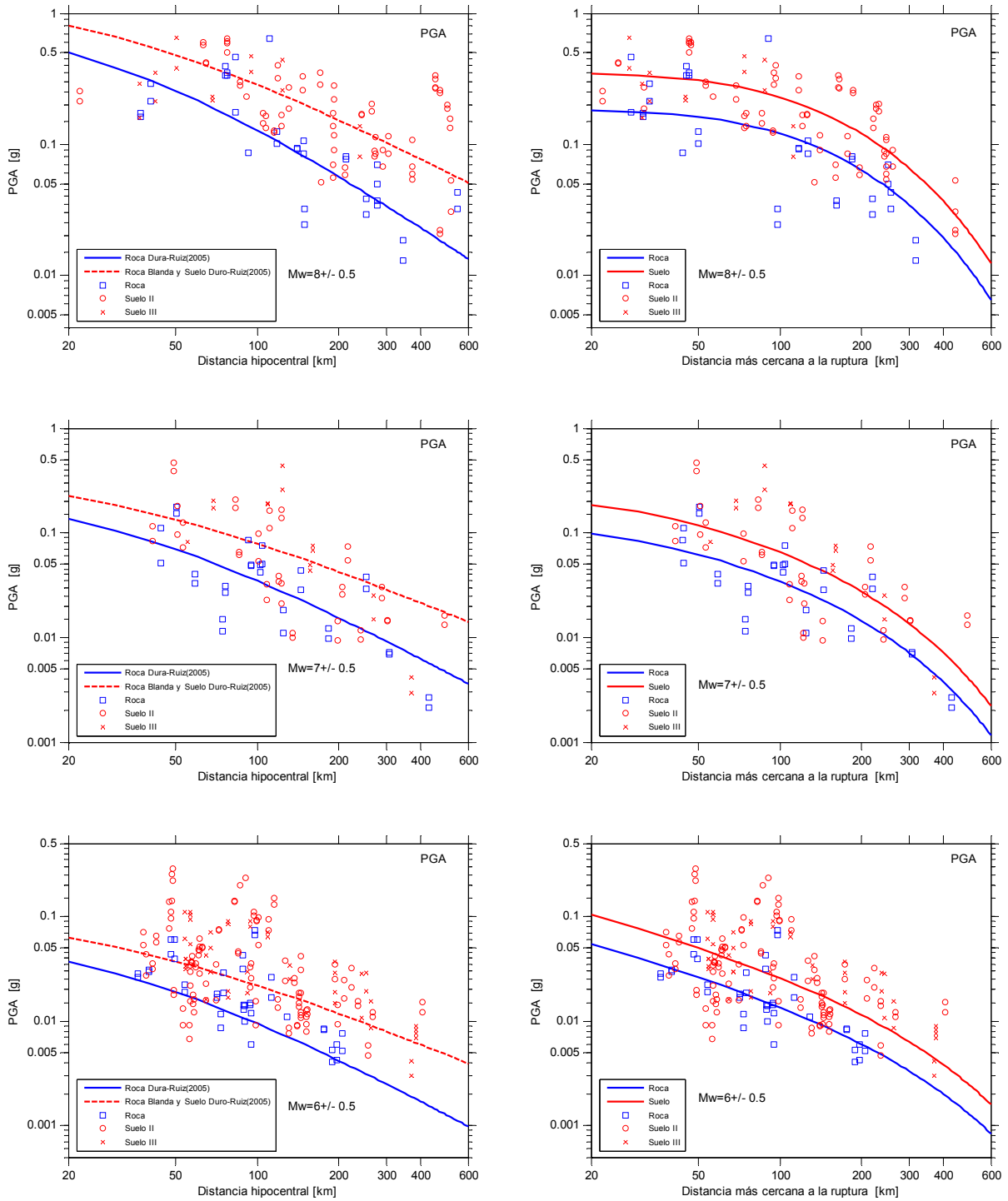


Figura 50: Comparación entre los resultados de este estudio (derecha) y el trabajo realizado por Ruiz (izquierda) para eventos del tipo Subducción Interplaca.

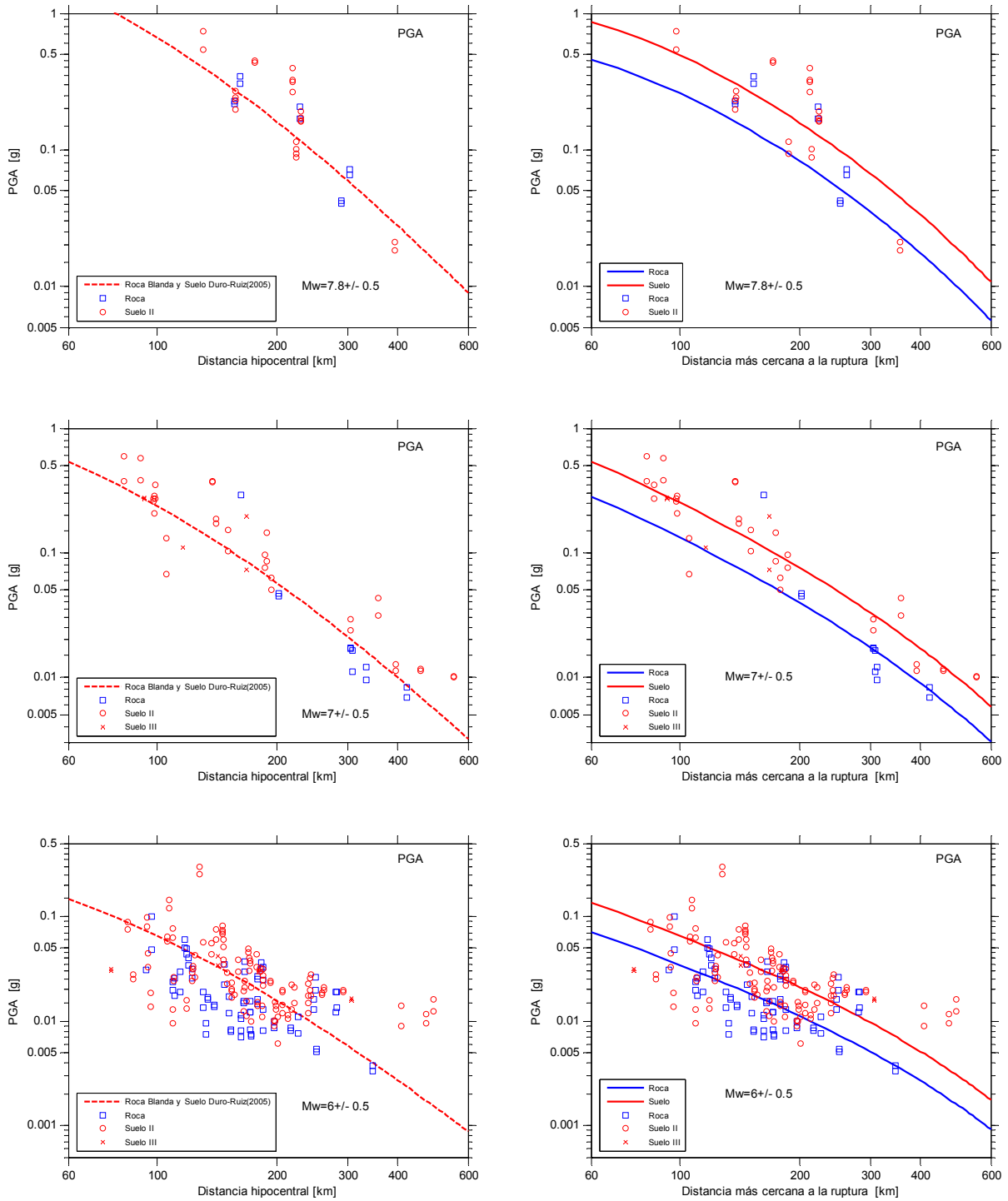


Figura 51: Comparación entre los resultados de este estudio (derecha) y el trabajo realizado por Ruiz (izquierda) para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia. Ruiz no contaba con suficientes datos de Roca Dura para sismos Intraplaca de Prof. Intermedia como para estimar una fórmula de atenuación.

- En las Figuras 50 y 51 se comparan los resultados de este estudio con las curvas de aceleraciones máximas (PGA) estimadas por Ruiz (Ref. 30) y se observan algunas diferencias. Se aprecia que los valores estimados en este trabajo son mucho menores que los estimados por Ruiz para distancias cercanas a la falla (20-60 km en sismos del tipo Interplaca y 50-100 km en sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia) y magnitudes elevadas ($M_w \sim 8$). Esto se produce por dos razones. En primer lugar, las curvas desarrolladas por Ruiz no incluyen un término que represente la saturación de los registros para estaciones muy cercanas al área de ruptura, lo que no permite extrapolar para distancias muy bajas. Por otra parte, éstas utilizan como variable la distancia hipocentral, por lo que no cuentan con demasiados datos para distancias menores, haciendo que la extrapolación sea demasiado alta para distancias hipocentrales bajas. Además, es prudente recordar que la clasificación de Ruiz de los tipos de suelo difiere de la utilizada en este estudio. Para el caso de magnitudes más bajas ($M_w \leq 7$) los resultados son bastante similares, ya que el término de saturación no cobra tanta importancia y la variable de distancia más cercana a la ruptura no difiere tan significativamente de la distancia hipocentral.
- Al realizar la comparación de los resultados de este estudio con el trabajo de Atkinson y Boore, 2003 (Ref. 1), donde se mezclan registros de zonas de subducción de distintas partes del mundo, se deben realizar las siguientes consideraciones:
 - a) Las curvas propuestas en el trabajo de Atkinson y Boore ajustan datos de sismos con magnitudes máximas correspondientes a $M_w=8.0$ para sismos Interplaca y $M_w=6.8$ para sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia, en cambio, en este estudio los sismos de mayores magnitudes son $M_w=8.4$ y $M_w=7.8$, respectivamente.
 - b) Existe una fuerte dependencia de las curvas estimadas por Atkinson y Boore con respecto a la profundidad de los sismos. Se observa que a mayores profundidades la amplitud de las aceleraciones aumenta. En este estudio, también se obtuvo esta dependencia con respecto a la profundidad, sin embargo, no es tan fuerte.

En las Figuras 52 y 53 se comparan los resultados obtenidos por Atkinson y Boore con los de este estudio para distintas profundidades y los dos mecanismos de falla estudiados. Se aprecia que la profundidad aumenta de manera significativa las aceleraciones para las curvas propuestas por Atkinson y Boore, no así en el caso de este estudio. Además, en la Figura 53 se observa que en el caso de sismos Intraplaca de magnitudes muy altas ($M_w=8.0$) y con profundidad de 75 km., la predicción realizada por Atkinson y Boore presenta algunos inconvenientes producto de las limitaciones impuestas a la respuesta de los suelos más blandos para niveles de aceleraciones muy elevados.

Por las razones anteriormente expuestas se compararon las curvas estimadas en este estudio con las de trabajos anteriores para distintas profundidades, 20 y 35 km. en el caso de sismos del tipo Interplaca, 50 y 75 km. para los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia.

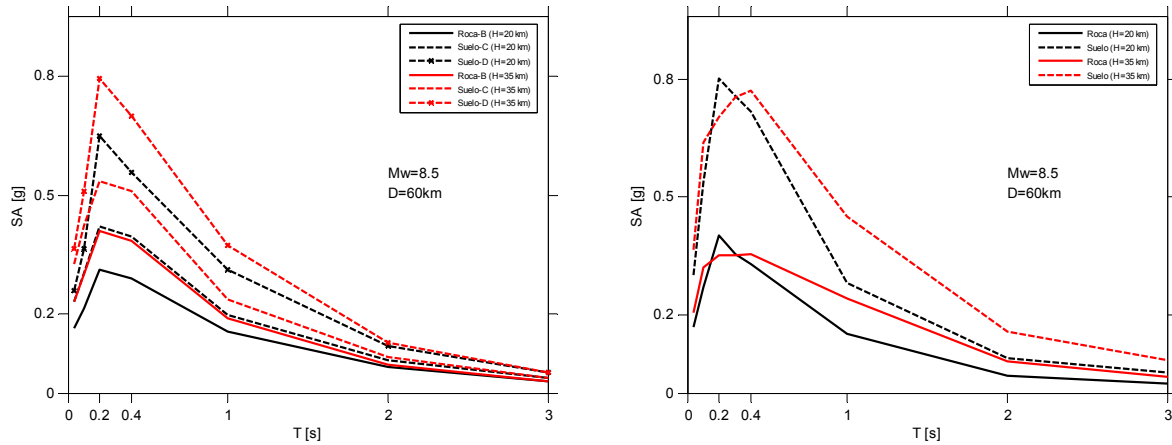


Figura 52: Comparación entre los resultados obtenidos por Atkinson y Boore (izquierda) y los de este estudio (derecha) para sismos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 8.5$, $D=60$ km) y distintas profundidades ($H=20$ km, $H=35$ km).

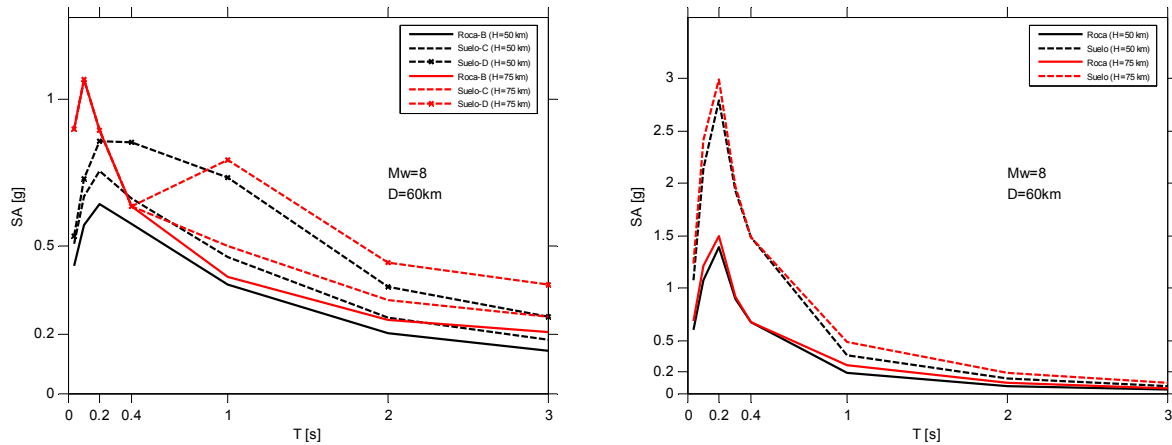


Figura 53: Comparación entre los resultados obtenidos por Atkinson y Boore (izquierda) y los de este estudio (derecha) para sismos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 8.0$, $D=60$ km) y distintas profundidades ($H=50$ km, $H=75$ km).

- En las Figuras 54, 55 y 56 se comparan los resultados de este estudio con las curvas estimadas por trabajos anteriores sobre el tema (Atkinson y Boore; Youngs) para los sismos del tipo Interplaca. En las Figuras 57, 58 y 59 se realiza la misma comparación para los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia. Se aprecia que para el caso chileno, de acuerdo a los resultados obtenidos (considerando 20 km. de profundidad para los sismos Interplaca), en general las aceleraciones máximas y espectrales son mayores, tanto para roca como para suelos más blandos. Esto no se cumple para períodos altos (1 y 2 segundos) donde se observa que las aceleraciones estimadas son menores a las propuestas por Youngs; y Atkinson & Boore. Las diferencias encontradas avalan el hecho de que cada zona de subducción tiene una forma particular de atenuación, mostrando que es poco conveniente mezclar registros de distintas regiones si se quiere realizar estimaciones precisas.

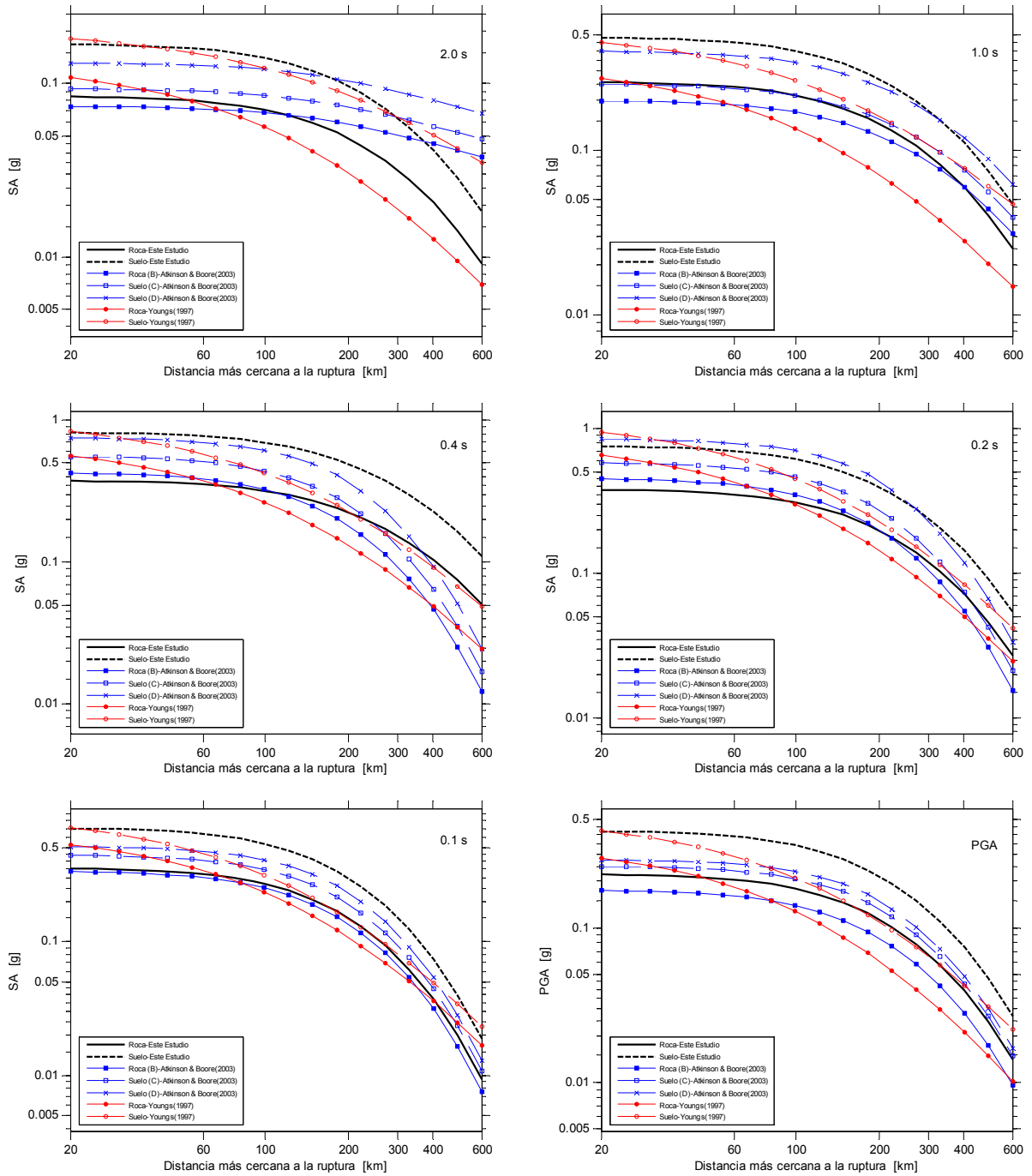


Figura 54: Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) y Youngs (1997) para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w=8.5$, $H=35$ km).

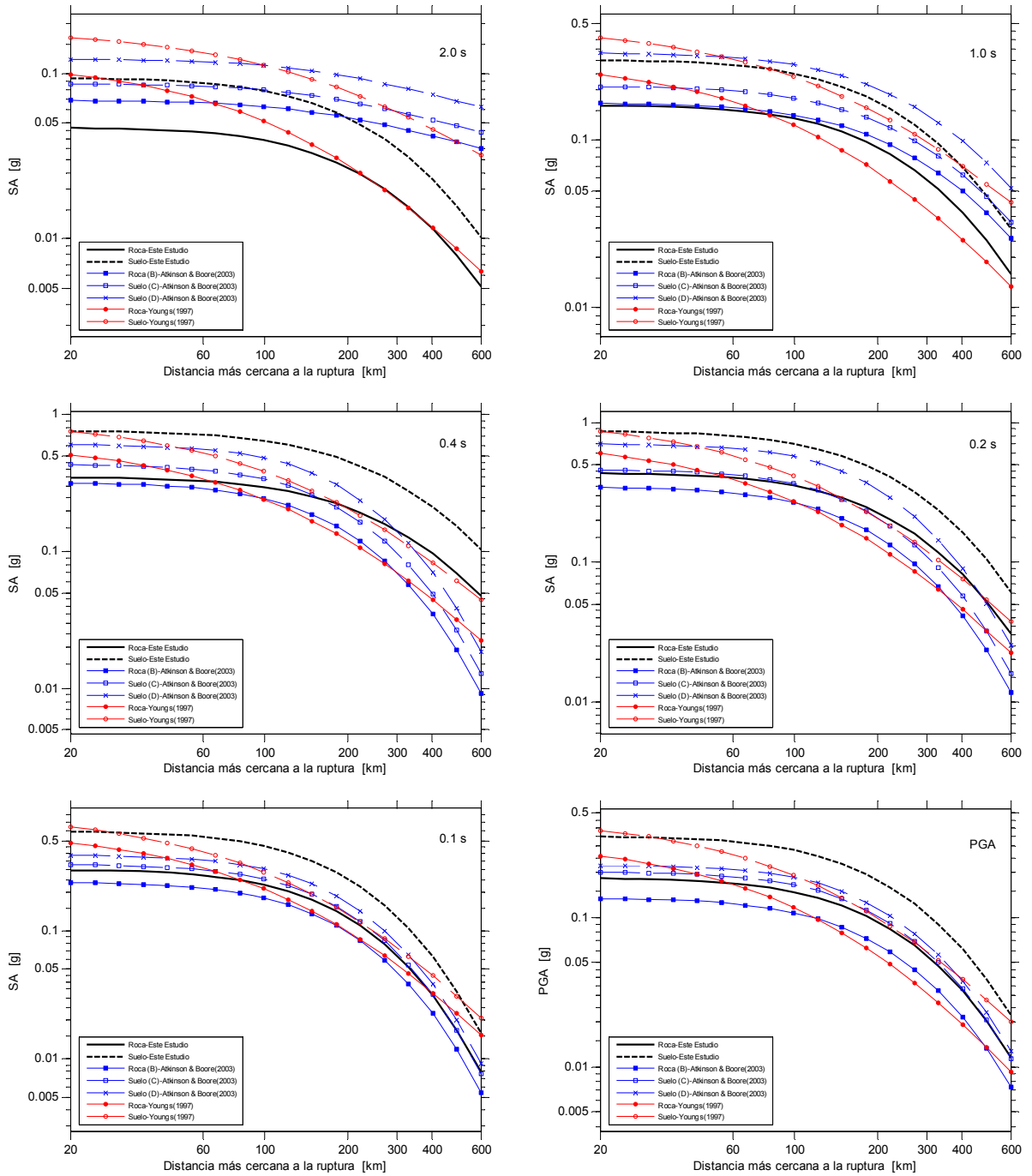


Figura 55: Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) y Youngs (1997) para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w=8.5$, $H=20$ km).

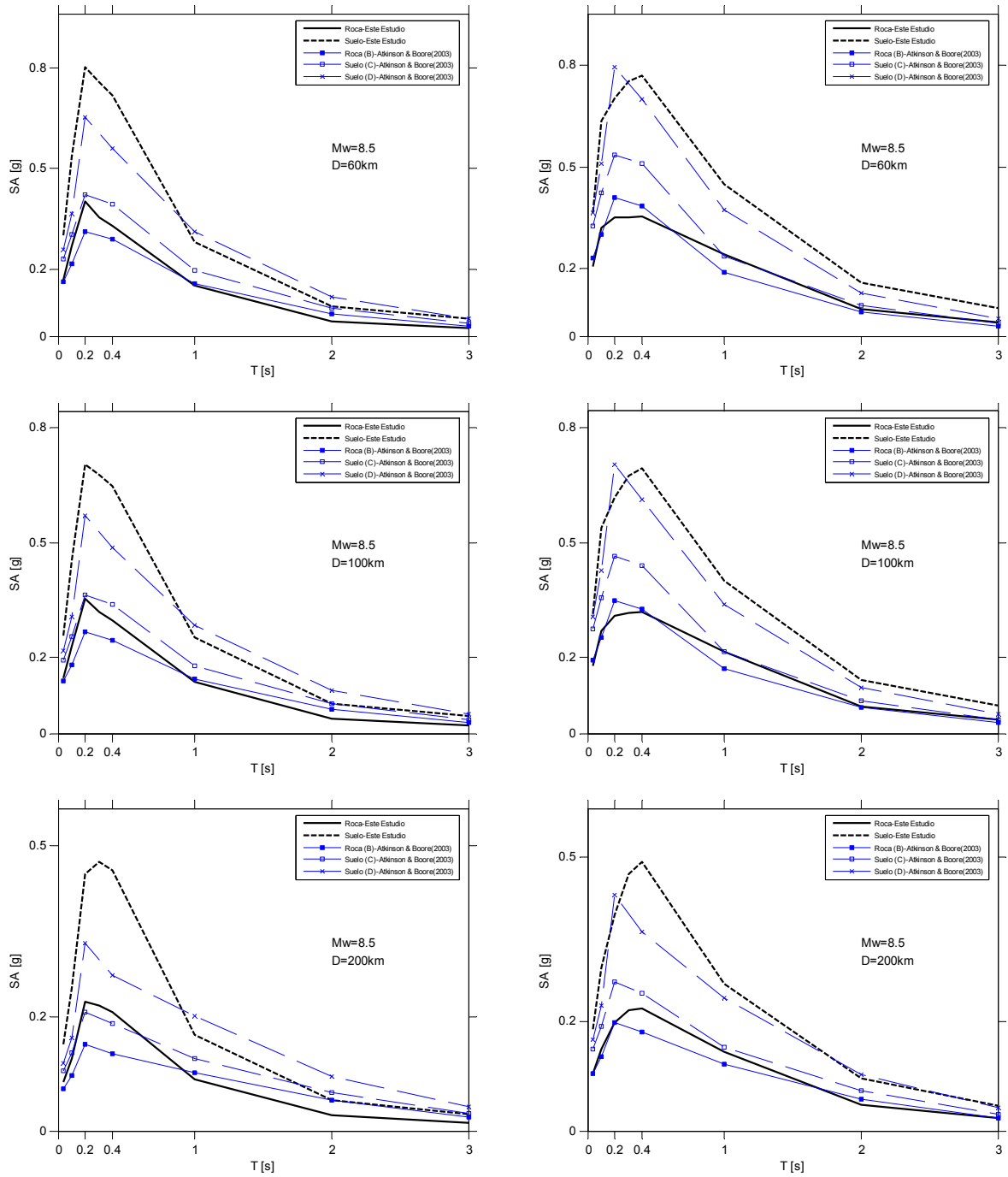


Figura 56: Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w=8.5$, $H=20$ km (izquierda) $H=35$ km (derecha)).

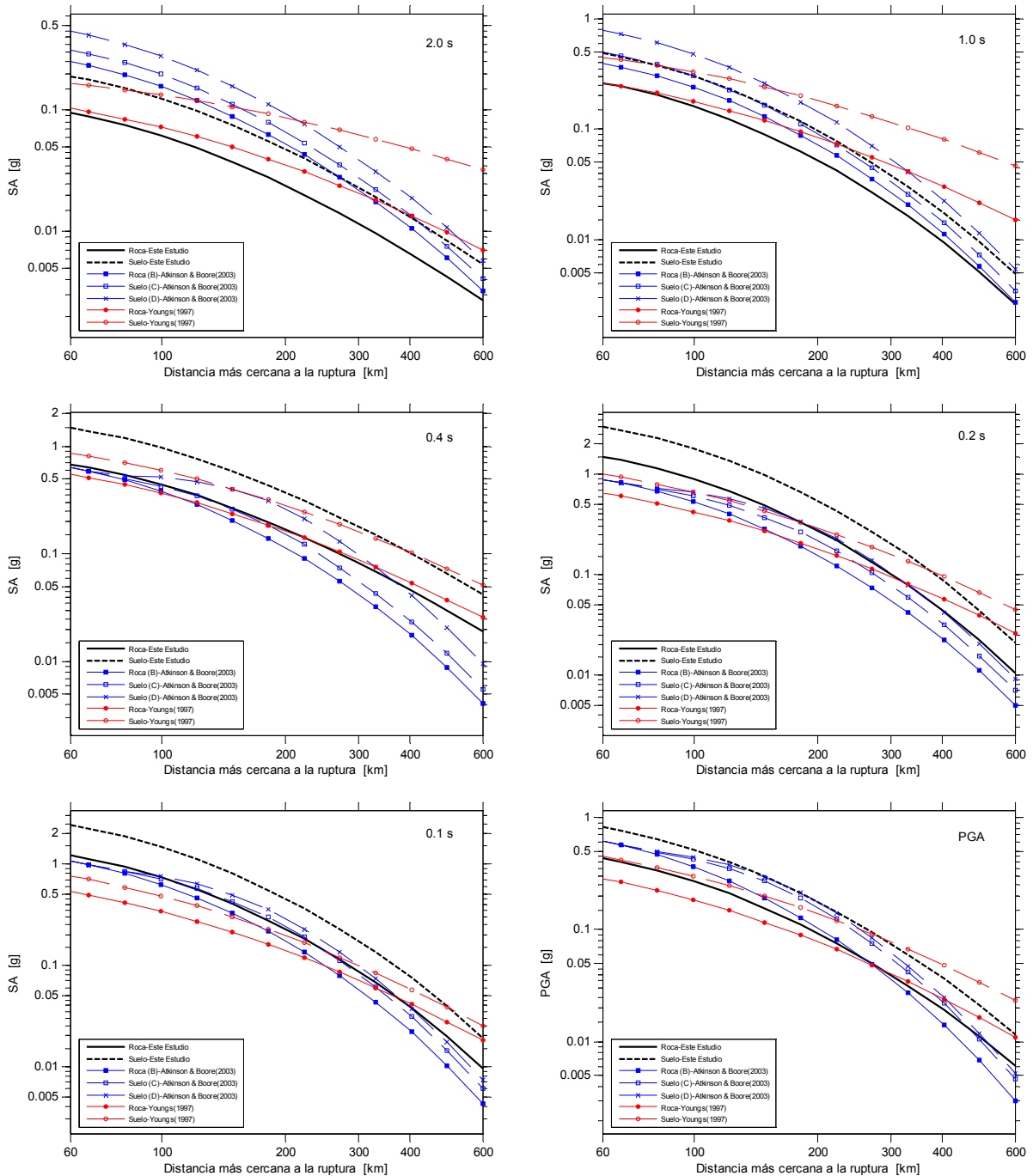


Figura 57: Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) y Youngs (1997) para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w=7.5$, $H=75$ km).

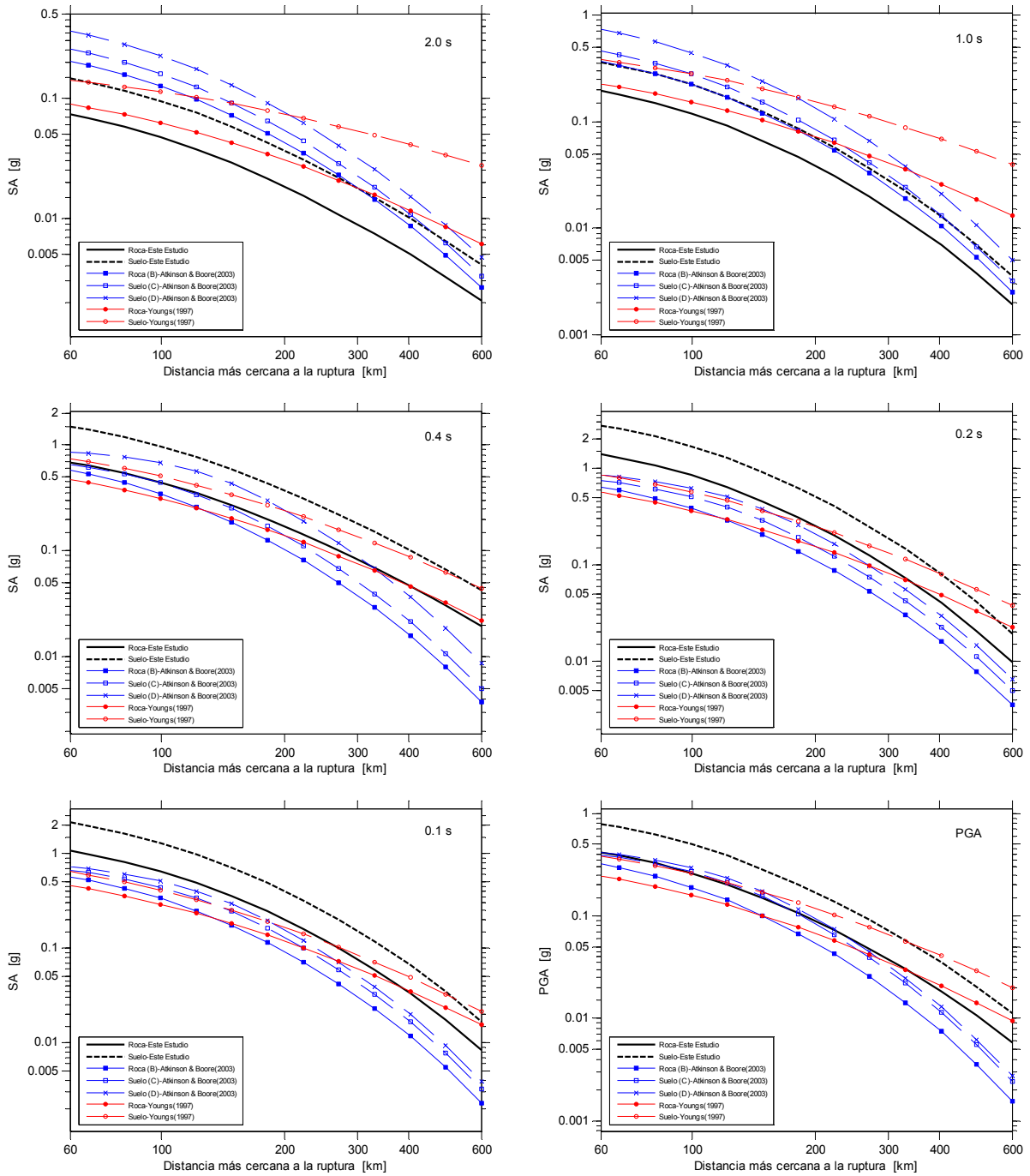


Figura 58: Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) y Youngs (1997) para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w=7.5$, $H=50$ km).

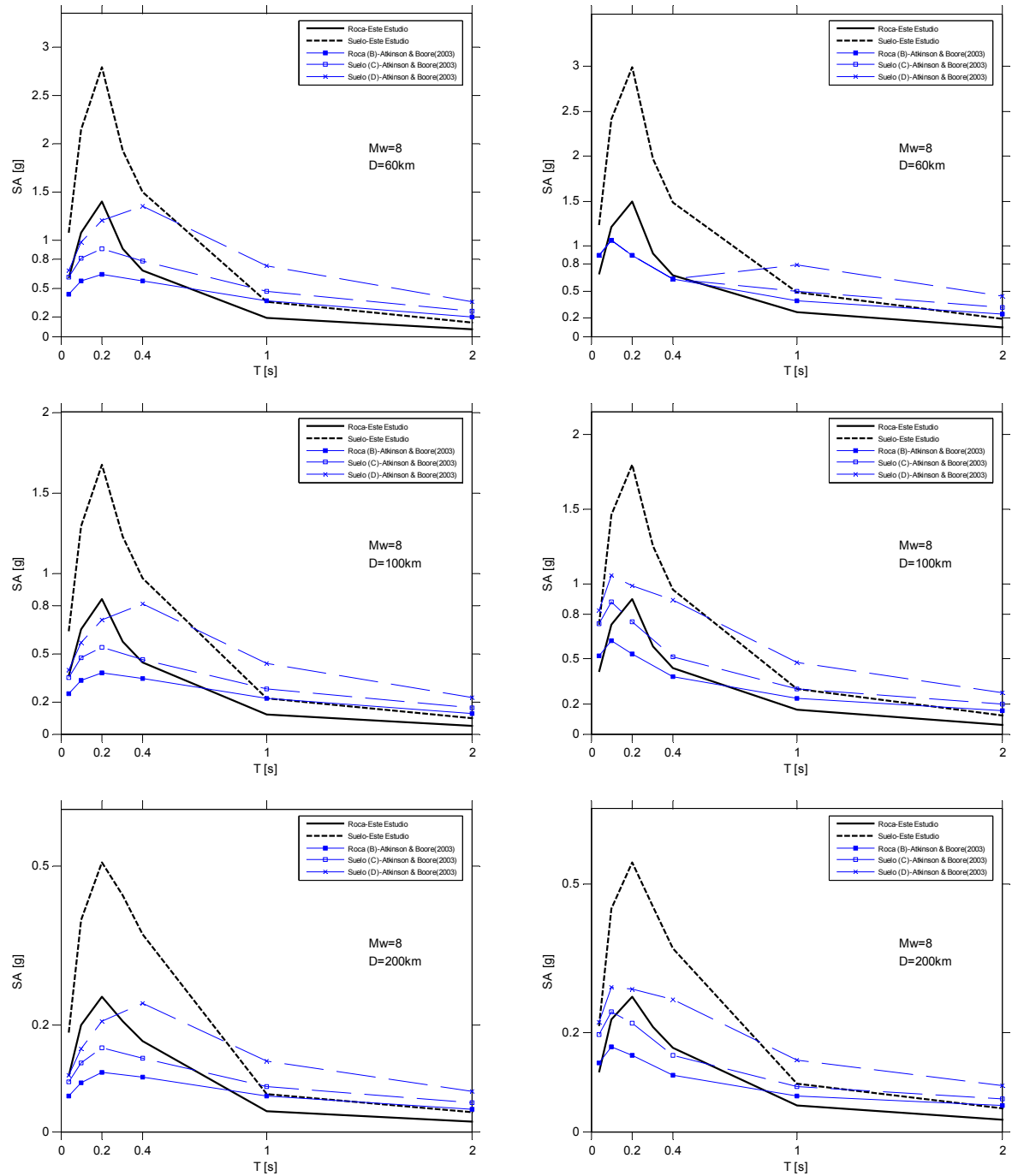


Figura 59: Comparación entre los resultados de este estudio y las curvas desarrolladas por Atkinson-Boore (2003) para eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w=8.0$, $H=50$ km (izquierda), $H=75$ km (derecha)).

- Se aprecia una clara diferencia en la atenuación de la aceleración al comparar eventos del tipo Interplaca e Intraplaca de Profundidad Intermedia:

En la Figura 60 se han graficado las curvas de atenuación propuestas para los dos mecanismos de foco estudiados. En este caso se han considerado ambos sismos con la misma magnitud ($M_w=8$). Se observa que las aceleraciones estimadas para los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia controlan para cualquier distancia, aumentando la diferencia para distancias cercanas a la ruptura.

Análogamente, en la Figura 61, se han graficado también curvas de atenuación propuestas para ambos mecanismos de foco. En este caso se han considerado sismos de diseño de acuerdo a las máximas magnitudes de la base de datos estudiada ($M_w=8.5$ para sismos Interplaca y $M_w=8.0$ para sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia). Los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia controlan hasta los 200km aproximadamente, posteriormente las aceleraciones más elevadas corresponden a eventos del tipo Interplaca.

Se observa también que los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia se atenúan más rápidamente con la distancia que los del tipo Interplaca.

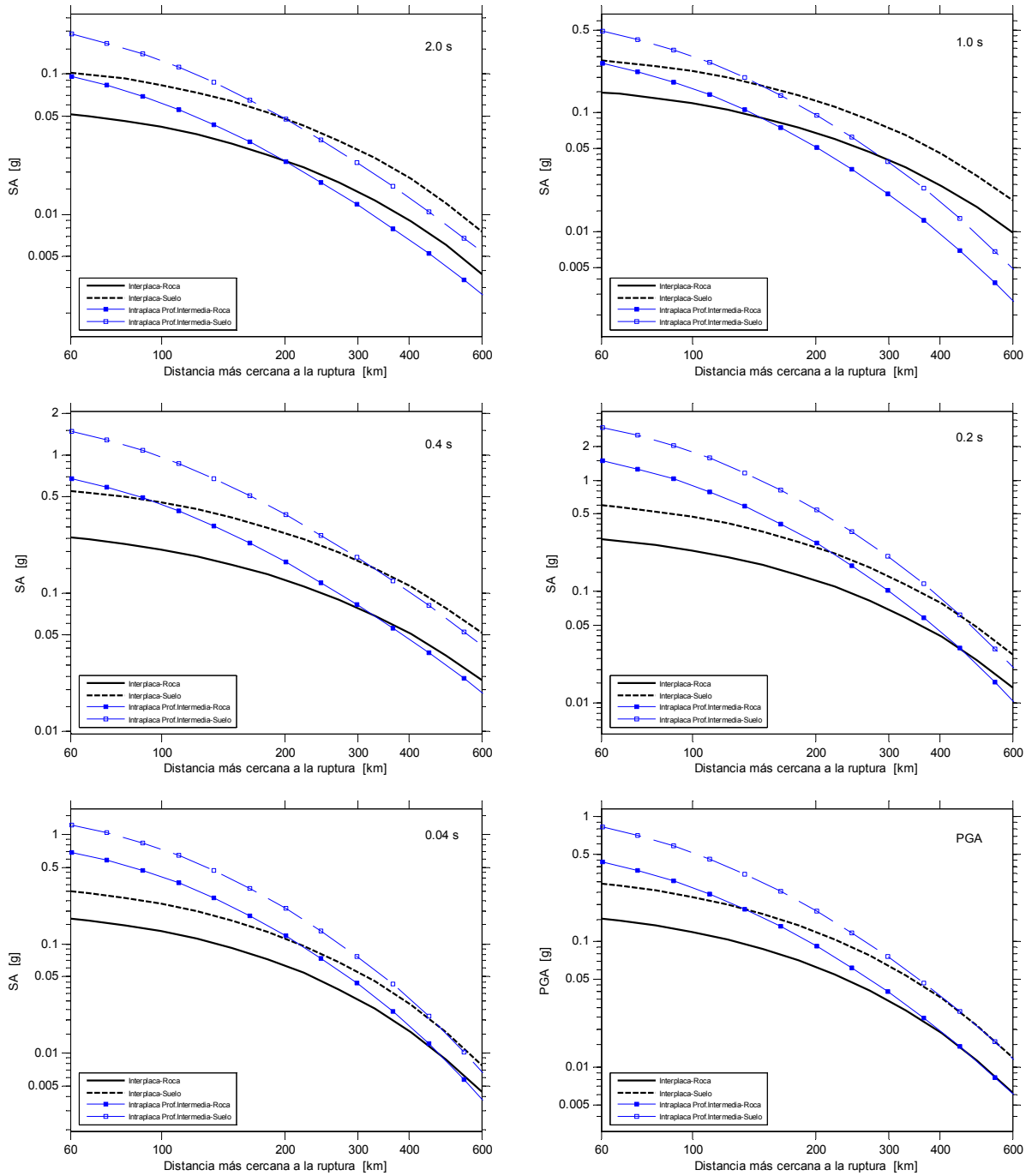


Figura 60: Comparación entre las curvas de atenuación obtenidas en este estudio para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 8.0$, $H = 35$ km) y eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 8.0$, $H = 75$ km).

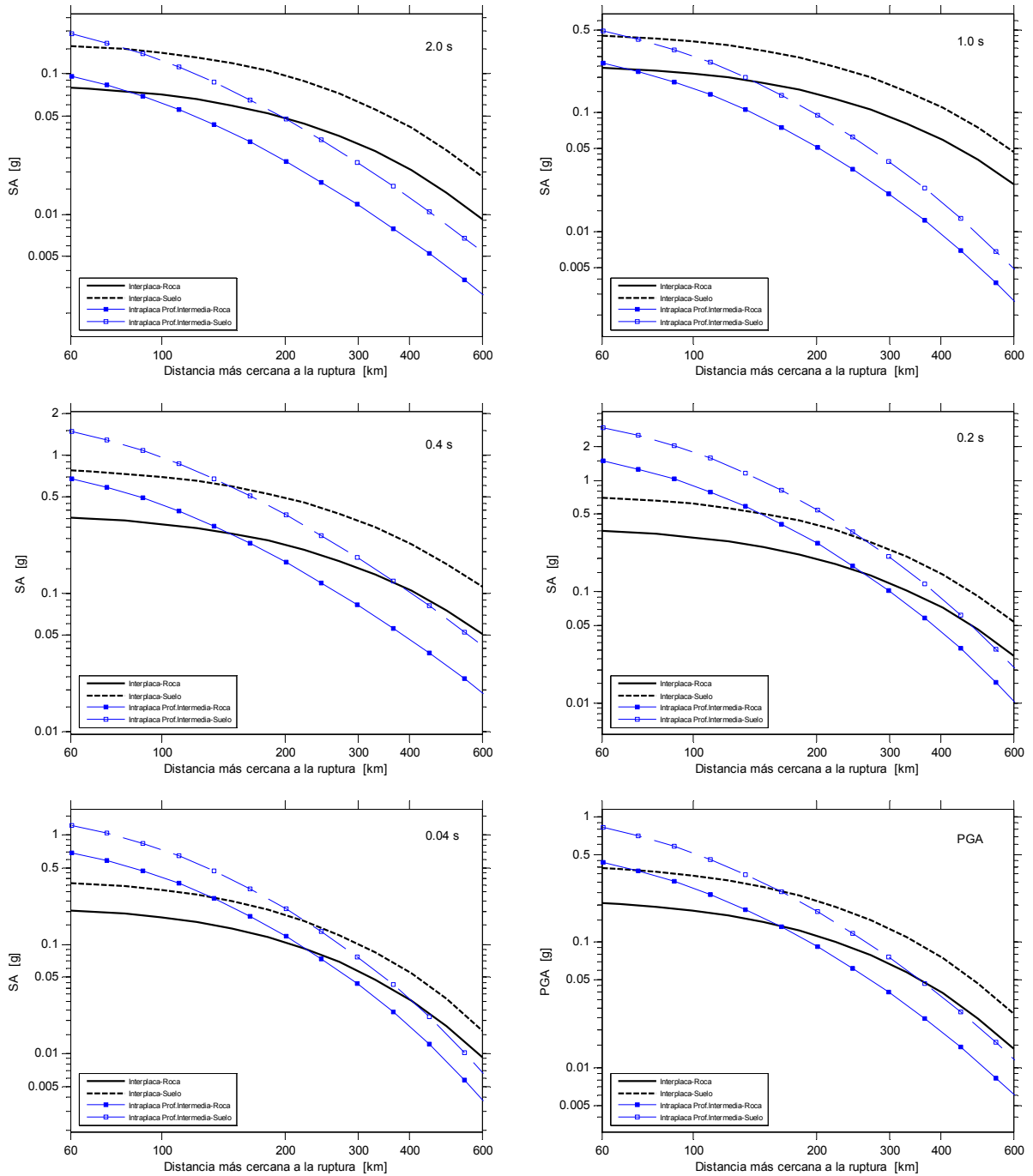


Figura 61: Comparación entre las curvas de atenuación obtenidas en este estudio para eventos del tipo Subducción Interplaca ($M_w = 8.5$, $H = 35$ km) y eventos del tipo Subducción Intraplaca de Profundidad Intermedia ($M_w = 8.0$, $H = 75$ km). Las magnitudes corresponden a sismos de diseño.

6.2 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos en este estudio y al análisis realizado es posible enunciar las siguientes conclusiones generales:

1. Por primera vez en Chile se han desarrollado curvas de atenuación que tengan como parámetro característico aceleraciones espectrales, calculándose además las desviaciones estándar de los ajustes realizados. Esto permite tener mayor información de las cualidades de los sismos chilenos y es un aporte para mejorar y actualizar el cálculo de peligrosidad sísmica en nuestro país.
2. A partir de los registros y estudios sismológicos adicionales se logró la modelación de la superficie de ruptura de la mayoría de los sismos Interplaca estudiados, en cambio, esto fue posible sólo para una cantidad muy limitada de sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia, principalmente porque éstos últimos en general presentan una escasa cantidad de réplicas. Este resultado permitió obtener una relación empírica entre superficie de ruptura (A_{rup}) y magnitud (M_w) para sismos Interplaca.
3. Se logró determinar que la base de datos de sismos chilenos estudiada, dada la distribución por magnitud y distancia existente, permite una estimación gruesa de curvas de atenuación espectrales y de aceleraciones máximas.
4. Las curvas de atenuación fueron desarrolladas de acuerdo al procedimiento descrito por Atkinson y Boore (2003) para dos tipos de mecanismos de sismos de subducción, Interplaca e Intraplaca de Profundidad Intermedia, encontrando que los valores estimados se ajustan de manera adecuada a los datos medidos. En particular, estas curvas representan de buena forma los eventos de magnitudes más altas ocurridos. La desviación estándar de los resultados (en escala logarítmica) se encuentra en el rango 0.2-0.35 aproximadamente.
5. Se observa que las aceleraciones estimadas para suelo son mayores que las estimadas para roca, encontrando que la amplificación puede ser de hasta 2 veces la aceleración predicha para roca.
6. Las aceleraciones espectrales máximas se producen en general para períodos entre los 0.2 y 0.4 segundos. Además, se evidencia que los sismos chilenos poseen una baja componente para períodos largos, especialmente para eventos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia.
7. Se aprecian notorias diferencias en la atenuación de las aceleraciones dependiendo del mecanismo. Se corrobora el hecho que los sismos del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia presentan mayores aceleraciones para distancias cercanas a la fuente que los sismos del tipo Interplaca. Además, los primeros se atenúan más rápidamente que estos últimos.
8. Se observa que para el caso chileno, las aceleraciones horizontales máximas y espectrales en general son mayores que las estimadas en trabajos donde se mezclan registros de zonas de subducción de distintas partes del mundo, lo que evidencia la importancia de realizar estos análisis en zonas de subducción específicas.

9. Al comparar los resultados de este estudio, para aceleraciones máximas de terreno, con datos chilenos, por otros autores, se observan valores menores para distancias cercanas a la ruptura, lo que se explica debido a la incorporación del término de saturación y a la definición de distancia utilizada.
10. Se han hallado importantes diferencias al comparar la pendiente de la atenuación g estimada en este estudio con respecto a la obtenida por Atkinson y Boore. Se observa que mientras más elevada es la magnitud de los sismos los resultados se asemejan en mayor medida. En cambio, para magnitudes medias se han obtenido pendientes menores en este trabajo, tanto para los sismos del tipo Interplaca como del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia.
11. Se ha encontrado que el término de saturación utilizado en este estudio es factible de ser mejorado, ya que produce una subestimación de las aceleraciones de los sismos Interplaca para distancias cercanas a la ruptura. En este sentido, las curvas de atenuación espectrales propuestas en este trabajo deben entenderse como un primer paso de análisis y no como un resultado definitivo.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, debidamente utilizados y validados, pueden ser usados para fines de regionalización sísmica y otros estudios tales como, análisis de vulnerabilidad, riesgo sísmico, efectos de amplificación y obtención del espectro corregido de diseño, entre otros.

Con el objetivo de perfeccionar los resultados de este estudio y/o abrir otros frentes de investigación, se propone para trabajos futuros:

- a) Mejorar la clasificación del tipo de suelo de las estaciones de registro considerando la velocidad de ondas de corte de manera de establecer una categorización más confiable y que permita desagregar aún más los datos, obteniendo así mayor información de acuerdo al tipo de suelo.
- b) Estudiar de forma más detallada la influencia del término de saturación en las curvas de atenuación, intentando ajustar de mejor forma este parámetro a los datos de acelerógrafos chilenos.
- c) Determinar leyes de atenuación por medio de otras formulaciones y considerando otras variables, tales como velocidades y desplazamientos (máximos y/o espectrales), intensidades, etc.
- d) Determinar leyes de atenuación para zonas específicas que cuenten con la cantidad suficiente de datos, lo que podría reducir la dispersión de los resultados, por ejemplo, para la región Metropolitana.

REFERENCIAS.

1. Atkinson Gail M., and Boore David M., 2003. Empirical Ground-Motion Relations for Subduction-Zone Earthquakes and Their Application to Cascadia and Other Regions, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 93, N° 4, pp. 1703-1729, August.
2. Atkinson Gail M., and Boore David M., 2008. Erratum to Empirical Ground-Motion Relations for Subduction-Zone Earthquakes and Their Application to Cascadia and Other Regions, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 98, N° 5, pp. 2567-2569, October.
3. Beltrán C., 2003. Ajuste del modelo de análisis estructural del puente Amolanas utilizando registros sísmicos. Memoria para optar al título de ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
4. Bommer J., Strasser F., Arango Gaviria M., comunicación personal. Ground-motion prediction for subduction-zone earthquakes. Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Imperial College. London.
5. Boore David M., Joyner William B., and Fumal Thomas E., 1997. Equations for estimating horizontal response spectra and peak acceleration from western north american earthquakes: A summary of recent work, *Seismological Research Letters*, Vol. 68, Number 1, pp. 128 – 153, January/February.
6. Boroschek R., comunicación personal. Ingeniero Civil, Universidad de Costa Rica, M. Sc. University of California-Berkeley, Ph. D. University of California-Berkeley. Jefe División Estructuras – Construcción – Geotecnia, Departamento de Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
7. Castro L., 1992. Espectros de respuesta representativos de los terremotos de Chile 1981, 1985, 1987 diferenciados por tipo de suelo. Memoria para optar al título de ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
8. Comte D., Eisenberg A., Lorca E., Pardo M., Ponce L., Saragoni R., Singh S. K., Suárez G., 1986. The 1985 Central Chile Earthquake: A Repeat of Previous Great Earthquakes in the Region?, *Science*, Vol. 233, pp. 449-453, July.
9. Daza V., 2003. Interacción sísmica suelo-estructura en el puente Marga-Marga. Memoria para optar al título de ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
10. Delouis B., Monfret T., Dorbath L., Pardo M., Rivera L., Comte D., Haessler H., Caminade J. P., Ponce L., Kausel E., and Cisternas A., 1997. The Mw = 8.0 Antofagasta (Northern Chile) Earthquake of 30 July 1995: A Precursor to the End of the Large 1877 Gap, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 87, N° 2, pp. 427-445, April.
11. Delouis B., Pardo M., Legrand D., Monfret T., 2009. The Mw 7.7 Tocopilla earthquake of 14 November 2007 at the southern edge of the northern Chile seismic Gap: Rupture in the deep part of the coupled plate interface. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 99 N° 1, p. 87-94.

12. Fukushima Yoshimitsu, Bonilla Luis F., Scotti Oona, Douglas John, 2007. Site Classification Using Horizontal-to-Vertical Response Spectral Ratios and its Impact when Deriving Empirical Ground-motion Prediction Equations, *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 11, pp. 712-724.
13. Giovanni Melissa K., Beck Susan L., and Wagner Lara, 2002. The June 23, 2001 Peru earthquake and the southern Peru subduction zone, *Geophysical Research Letters*, Vol. 29, N° 21.
14. Harvard Centroid Moment Tensor (CMT) Project, Global Centroid Moment Tensor Catalog Search, link: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>.
15. Joyner William B., and Boore David M., 1993. Methods for Regression Analysis of Strong-Motion Data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 83, N° 2, pp. 469-487, April.
16. Joyner William B., and Boore David M., 1994. ERRATA Methods for Regression Analysis of Strong-Motion Data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 84, N° 3, pp. 955-956, June.
17. Legrand D., Delouis B., Dobarth L., David C., Campos J., Marquéz L., Thompson J., Comte D., 2007. Source parameters of the Mw = 6.3 Aroma crustal earthquake of July 24, 2001 (northern Chile), and its aftershock sequence. *Journal of South American Earth Sciences*, Volume 24, Issue 1, June 2007, Pages 58-68.
18. Madariaga R., 1998. Sismicidad de Chile, *Física de la Tierra*, N° 10, pp. 221-258.
19. Malgrange M., Deschamps A., and Madariaga R., 1981. Thrust and extensional faulting under the Chilean coast: 1965, 1971 Aconcagua earthquakes, *Geophys. J. R. astr. Soc.* Vol. 66, pp. 313-331.
20. Martin, A. 1990. Hacia una nueva regionalización y cálculo del peligro sísmico en Chile. Memoria para optar al título de ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
21. Medina, M., 1998. Análisis comparativo de métodos de regresión de atenuación de aceleración máxima, Memoria para optar al título de ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
22. National Earthquake Information Center (NEIC), Circular Area Earthquake Search, link: http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic_circ.html.
23. Norma Chilena Oficial, NCh 433 Of. 1996, Diseño Sísmico de Edificios. Instituto Nacional de Normalización, INN, Chile.
24. Ortigosa P., comunicación personal. Ingeniero Civil, Universidad de Chile, M. Sc. Massachusetts Institute of Technology (MIT). Gerente Técnico de PETRUS Consultores Geotécnicos. Santiago, Chile.
25. Pardo M., Comte D., Monfret T., Boroschek R., Astroza M., 2000. The October 15, 1997 Punitaqui earthquake (Mw = 7.1): a destructive event within the subducting Nazca plate in central Chile, *Tectonophysics* 345, pp. 199-210.

26. Poblete J., 2008. Determinación Experimental de la Intensidad de Mercalli modificada para Chile, Memoria para optar al título de ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
27. Red Nacional de Acelerógrafos, RENADIC. Departamento de Ingeniería Civil, División Estructuras – Construcción – Geotecnia. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
28. Riddell R., 1992. Clasificación geotécnica de los sitios de estaciones acelerográficas en Chile. Departamento de Ingeniería Estructural y Geotecnia, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
29. Ruiz S., 2002. Fórmulas de atenuación para la subducción de Chile considerando los dos mecanismos principales de sismogénesis y los efectos del suelo y las asperezas. Memoria para optar al título de ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
30. Ruiz S., Saragoni R., 2005. Fórmulas de atenuación para la subducción de Chile considerando los dos mecanismos de sismogénesis y los efectos del suelo. Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Antisísmica, IX Jornadas. Concepción, Chile.
31. Satake K., Atwater B., 2007. Long-term perspectives on giant earthquakes and tsunamis at subduction zones, Annual Review of Earth and Planetary Science, Vol. 35, pp. 349-374, January.
32. Servicio Sismológico, Informes de Eventos Sísmicos. Departamento de Geofísica Universidad de Chile (GUC). Santiago, Chile.
33. Siebertt E., 2005. Respuesta Sísmica y Caracterización Geológico-Geotécnica de Sitios donde están instaladas estaciones sismológicas en Santiago. Memoria de Título, Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
34. Singh S., Bazan E., Esteva L., 1980. Expected earthquake magnitude from a fault, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 70, N° 3, pp. 903-914, June.
35. Van Sint Jan M., Ridell, R., Gajardo J., 1993. Clasificación geotécnica de sitios de estaciones acelerográficas en Chile. VI Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Santiago, Chile.
36. Wang Haiyun, and Tao Xiabin, 2003. Relationships between moment magnitude and fault parameters: theoretical and semi-empirical relationships, Earthquake Engineering and Engineering Vibration, Vol. 2, December.
37. Wells Donald L., and Coppersmith Kevin J., 1994. New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, N° 4, pp. 974-1002, August.
38. Youngs, R.R., S.-J. Chiou, W.J. Silva, and J.R. Humphrey, 1997. Strong ground motion attenuation relationships for subduction zone earthquakes, Seismological Research Letters, Vol. 68, Number 1, pp. 58 – 73, January/February.

ANEXO A: BASE DE DATOS.

Tabla A1: Eventos de la base de datos.

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Fuente	Sismogénesis
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		
1	13-09-1945	11:17:00	7.1	Ms→Mw	-33.200	-70.500	100.0	Ref. 29	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
2	04-09-1953	0:00:00	6.4	Ms→Mw	-32.700	-71.800	50.0	Ref. 29	Subduccion-Interplaca
3	28-03-1965	16:33:14	7.1	Ms→Mw	-32.400	-71.100	68.0	Ref. 21	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
4	26-09-1967	11:11:24	5.6	Ms→Mw	-33.600	-70.500	84.0	Ref. 21	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
5	08-07-1971	3:03:18	7.5	Ms→Mw	-32.500	-71.200	40.0	Ref. 21	Subduccion-Interplaca
6	05-10-1973	5:47:51	6.8	Ms→Mw	-32.500	-71.500	33.0	Ref. 21	Subduccion-Interplaca
7	12-11-1974	5:59:51	6.3	Ms→Mw	-33.200	-70.600	90.0	Ref. 21	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
8	21-12-1978	1:13:55	5.8	CMT	-36.300	-72.400	46.0	Ref. 21	Subduccion-Interplaca
9	05-07-1979	2:01:16	5.7	CMT	-32.000	-71.800	56.0	Ref. 21	Subduccion-Interplaca
10	16-10-1981	3:25:36	7.1	CMT	-33.140	-73.490	10.0	Ref. 21	Ante-arco
11	07-11-1981	3:29:48	6.9	CMT	-32.240	-71.880	65.6*	Ref. 21	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
12	03-03-1985	22:46:57	7.9	CMT	-33.240	-71.850	17.0	Ref. 21	Subduccion-Interplaca
13	03-03-1985	23:38:00	7.3	CMT	-32.740	-71.210	33.0	Ref. 21	Subduccion-Interplaca
14	09-04-1985	1:56:59	7.1	CMT	-34.131	-71.618	38.0	Ref. 21	Subduccion-Interplaca
15	05-03-1987	9:17:05	7.5	CMT	-24.390	-70.160	41.9*	Ref. 21	Subduccion-Interplaca
16	08-08-1987	15:48:57	7.2	CMT	-19.020	-70.000	70.0	Ref. 21	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
17	24-08-1987	6:09:44	5.0	CMT	-20.096	-70.632	33.0	Ref. 21	Subduccion-Interplaca
18	30-07-1995	5:11:56	8.0	CMT	-23.567	-70.600	33.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
19	14-10-1997	22:03:31	7.1	CMT	-30.900	-71.200	58.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
20	30-01-1998	0:00:00	7.0	CMT	-23.510	-69.832	44.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
21	17-04-1998	15:48:42	5.2	mb→Mw	-32.787	-71.525	36.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
22	03-05-1998	18:41:59	4.8	mb→Mw	-33.270	-71.470	51.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
23	29-07-1998	3:12:38	6.4	CMT	-32.370	-71.455	36.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
24	03-09-1998	13:33:38	6.5	CMT	-29.745	-71.983	45.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
25	10-10-1998	0:04:56	5.6	CMT	-33.535	-72.303	10.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
26	29-10-1998	16:55:57	5.3	CMT	-32.867	-70.662	89.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
27	29-10-1998	17:30:54	4.7	mb→Mw	-32.862	-70.660	90.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
28	09-11-1998	18:01:59	4.8	mb→Mw	-33.383	-70.228	124.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
29	27-11-1998	1:08:39	4.8	mb→Mw	-32.695	-71.843	29.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
30	27-11-1998	7:27:49	5.4	CMT	-32.090	-69.835	147.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
31	20-12-1998	8:46:04	4.7	mb→Mw	-33.642	-70.920	65.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
32	05-02-1999	13:09:12	5.2	CMT	-34.758	-71.125	90.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia

* Profundidad según catálogo CMT.

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Fuente	Sismogénesis
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		
33	06-04-1999	4:45:05	4.9	mb→Mw	-34.253	-72.037	40.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
34	10-06-1999	5:35:00	4.1	mb→Mw	-33.142	-70.410	102.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
35	25-06-1999	13:15:58	4.7	mb→Mw	-33.458	-72.317	37.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
36	01-08-1999	21:07:45	5.5	CMT	-33.130	-70.358	98.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
37	03-08-1999	12:26:02	4.8	mb→Mw	-32.852	-70.783	78.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
38	09-08-1999	8:34:16	4.3	mb→Mw	-32.517	-71.543	49.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
39	06-10-1999	9:04:12	4.6	mb→Mw	-32.500	-71.693	21.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
40	04-11-1999	2:40:00	4.7	mb→Mw	-32.688	-71.713	30.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
41	17-11-1999	14:13:31	4.5	mb→Mw	-32.688	-71.838	26.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
42	01-02-2001	14:28:39	4.4	mb→Mw	-32.953	-70.343	106.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
43	15-03-2001	9:03:11	5.9	CMT	-32.405	-71.613	42.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
44	05-04-2001	1:16:25	4.9	mb→Mw	-34.365	-70.493	108.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
45	09-04-2001	5:00:52	6.6	CMT	-32.701	-73.288	6.5	Ref. 32	Ante-arco
46	29-05-2001	15:18:06	4.8	mb→Mw	-32.207	-71.693	29.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
47	05-06-2001	7:02:00	4.3	mb→Mw	-32.352	-71.613	42.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
48	23-06-2001	16:33:16	8.4	CMT	-15.907	-73.622	33.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
49	07-07-2001	9:38:58	7.6	CMT	-17.400	-71.800	37.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
50	13-07-2001	12:45:30	5.2	CMT	-20.095	-69.222	109.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
51	24-07-2001	5:00:26	6.3	CMT	-19.590	-69.307	3.0	Ref. 32	Superficial-Cortical
52	24-07-2001	13:41:47	5.2	CMT	-32.858	-71.767	53.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
53	25-07-2001	21:26:24	4.4	mb→Mw	-32.942	-71.580	41.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
54	28-07-2001	4:21:46	4.4	mb→Mw	-32.935	-71.603	40.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
55	30-07-2001	3:54:14	4.5	mb→Mw	-34.038	-70.560	105.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
56	09-08-2001	3:33:43	5.5	CMT	-18.273	-69.738	123.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
57	10-08-2001	17:17:37	5.0	mb→Mw	-32.032	-71.603	41.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
58	22-08-2001	20:38:02	4.3	mb→Mw	-32.903	-71.322	45.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
59	28-08-2001	6:56:22	5.8	CMT	-21.490	-69.960	95.7*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
60	15-10-2001	11:19:41	4.8	mb→Mw	-33.128	-72.092	15.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
61	15-10-2001	11:49:42	4.7	mb→Mw	-33.127	-72.187	23.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
62	21-10-2001	16:32:48	4.6	mb→Mw	-22.300	-70.700	33.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
63	28-11-2001	7:54:35	4.6	mb→Mw	-32.727	-71.747	29.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
64	13-12-2001	10:37:12	4.2	mb→Mw	-33.225	-70.332	103.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia

* Profundidad según catálogo CMT.

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Fuente	Sismogénesis
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		
65	28-12-2001	18:30:03	4.5	mb→Mw	-32.875	-71.607	39.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
66	14-01-2002	15:36:39	5.6	CMT	-19.763	-69.135	79.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
67	26-02-2002	8:32:49	5.4	CMT	-18.463	-69.958	87.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
68	17-03-2002	3:09:59	5.5	CMT	-19.862	-69.522	111.5*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
69	17-03-2002	14:36:18	4.4	mb→Mw	-23.417	-69.885	65.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
70	28-03-2002	4:56:22	6.4	CMT	-21.588	-68.165	122.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
71	01-04-2002	15:59:52	6.3	CMT	-29.618	-71.440	69.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
72	15-04-2002	23:08:34	5.1	CMT	-23.368	-68.920	100.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
73	18-04-2002	16:09:49	6.6	CMT	-27.513	-70.090	53*	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
74	23-05-2002	11:53:29	5.9	CMT	-30.717	-71.382	50*	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
75	23-05-2002	20:22:50	5.5	CMT	-32.185	-71.132	40.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
76	02-06-2002	5:59:09	5.3	CMT	-19.703	-68.933	102.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
77	18-06-2002	9:57:00	6.4	CMT	-30.825	-71.340	52.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
78	19-07-2002	2:52:33	5.0	mb→Mw	-34.477	-72.183	32.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
79	06-08-2002	18:16:43	4.6	mb→Mw	-34.360	-71.307	64.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
80	28-08-2002	22:28:14	5.3	CMT	-21.180	-68.280	116.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
81	01-09-2002	16:12:13	4.1	M _c →M _w	-32.836	-71.501	17.1	Ref. 32	Superficial-Cortical
82	02-09-2002	19:16:57	4.2	M _c →M _w	-32.911	-71.498	66.5	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
83	23-09-2002	23:58:14	6.2	CMT	-31.420	-69.158	117.3	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
84	30-09-2002	9:08:15	5.2	CMT	-34.887	-71.079	89.6	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
85	13-10-2002	19:52:30	5.2	M _L →M _w	-32.614	-71.589	33.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
86	26-10-2002	10:10:56	3.8	M _c →M _w	-20.447	-69.793	83.4	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
87	06-11-2002	23:15:59	4.7	mb→Mw	-20.860	-70.338	66.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
88	12-11-2002	13:06:39	5.2	CMT	-20.369	-69.111	111.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
89	29-11-2002	17:54:06	4.7	mb→Mw	-20.148	-69.144	122.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
90	01-12-2002	3:28:05	4.4	mb→Mw	-20.279	-69.964	75.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
91	13-12-2002	19:25:32	5.2	CMT	-22.523	-68.734	120.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
92	06-01-2003	21:01:55	5.7	CMT	-33.752	-70.232	111.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
93	07-01-2003	17:40:40	4.7	mb→Mw	-20.159	-68.625	63.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
94	16-01-2003	21:23:56	4.4	M _L →M _w	-32.551	-71.465	41.8	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
95	30-01-2003	5:54:39	5.5	M _L →M _w	-23.190	-68.672	125.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
96	21-02-2003	5:53:32	4.9	M _L →M _w	-20.212	-70.593	32.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca

* Profundidad según catálogo CMT.

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Sismogénesis	
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		Fuente
97	22-02-2003	14:58:30	4.8	ML→Mw	-33.071	-71.278	56.7	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
98	19-03-2003	18:32:56	5.1	CMT	-19.648	-70.828	4.0	Ref. 32	Superficial-Cortical
99	24-03-2003	5:35:44	4.0	ML→Mw	-32.781	-71.482	5.9	Ref. 32	Superficial-Cortical
100	05-04-2003	1:09:09	5.3	CMT	-23.702	-68.628	95.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
101	07-04-2003	1:36:51	4.7	ML→Mw	-20.496	-70.325	56.2	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
102	09-04-2003	1:33:46	5.4	mb→Mw	-21.056	-68.786	129.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
103	13-05-2003	15:43:04	5.1	ML→Mw	-20.111	-70.577	46.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
104	30-05-2003	19:11:27	4.7	ML→Mw	-33.822	-70.603	98.4	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
105	01-06-2003	22:52:02	5.5	CMT	-32.940	-72.117	28.5	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
106	01-06-2003	22:55:20	4.0	ML→Mw	-32.954	-72.066	11.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
107	02-06-2003	6:03:44	4.8	ML→Mw	-32.925	-72.094	30.4	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
108	16-06-2003	11:24:30	5.3	ML→Mw	-33.935	-71.111	74.5	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
109	20-06-2003	9:31:35	6.8	CMT	-30.647	-71.807	24.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
110	09-07-2003	15:23:25	4.6	ML→Mw	-32.693	-71.518	27.5	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
111	13-07-2003	7:25:48	5.3	CMT	-21.895	-68.129	114.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
112	17-07-2003	19:03:54	5.3	CMT	-19.850	-68.920	137.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
113	18-07-2003	6:18:40	5.1	ML→Mw	-33.826	-71.015	77.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
114	27-07-2003	11:42:20	6.0	CMT	-19.841	-64.942	348.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Profundo
115	10-08-2003	0:26:26	4.8	mb→Mw	-20.065	-69.880	63.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
116	26-08-2003	21:11:47	5.7	CMT	-17.236	-70.857	108.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
117	01-09-2003	18:49:07	4.6	ML→Mw	-31.946	-71.636	63.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
118	18-09-2003	1:44:08	4.4	mb→Mw	-17.290	-70.290	61.8	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
119	20-09-2003	9:06:21	4.9	ML→Mw	-33.235	-72.299	35.7	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
120	07-10-2003	12:57:16	4.9	ML→Mw	-22.857	-68.729	89.4	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
121	09-10-2003	2:52:09	4.6	ML→Mw	-32.685	-71.682	32.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
122	20-10-2003	19:14:00	5.0	mb→Mw	-18.633	-70.038	84.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
123	26-10-2003	16:27:09	5.2	CMT	-17.776	-70.117	105.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
124	31-12-2003	15:47:58	4.8	ML→Mw	-32.941	-70.878	75.3	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
125	05-01-2004	21:19:43	4.6	mb→Mw	-20.625	-69.246	98.9	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
126	10-01-2004	4:25:58	5.6	CMT	-30.917	-71.833	47.8	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
127	13-01-2004	1:50:36	4.5	mb→Mw	-19.965	-70.462	39.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
128	23-01-2004	5:00:37	5.6	CMT	-23.233	-69.833	6.5	Ref. 32	Superficial-Cortical

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Sismogénesis	
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		Fuente
129	27-01-2004	16:00:42	5.7	CMT	-17.687	-70.672	56.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
130	19-03-2004	6:01:54	5.3	CMT	-20.567	-70.650	36.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
131	31-03-2004	14:09:09	4.2	mb→Mw	-20.900	-69.833	96.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
132	09-04-2004	22:28:28	5.0	mb→Mw	-34.133	-71.300	67.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
133	17-04-2004	21:43:27	4.6	mb→Mw	-32.483	-71.300	40.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
134	30-04-2004	6:05:59	5.0	CMT	-33.517	-70.567	95.8	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
135	03-05-2004	23:41:33	4.3	ML→Mw	-32.733	-71.533	21.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
136	18-05-2004	23:04:56	4.4	mb→Mw	-19.700	-68.400	75.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
137	24-05-2004	1:41:33	3.5	ML→Mw	-32.926	-71.597	41.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
138	29-05-2004	13:30:57	5.0	CMT	-20.672	-69.948	123.6*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
139	30-05-2004	16:44:06	5.4	CMT	-17.283	-70.167	111.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
140	01-06-2004	9:49:13	5.1	ML→Mw	-20.295	-70.643	25.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
141	16-06-2004	1:16:12	5.6	CMT	-21.985	-68.130	157.7	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
142	22-06-2004	19:10:08	4.2	ML→Mw	-33.289	-71.745	28.8	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
143	23-06-2004	8:48:31	5.1	CMT	-19.807	-69.437	111.6	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
144	26-06-2004	23:56:27	4.7	ML→Mw	-32.338	-71.419	44.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
145	29-06-2004	12:08:30	4.3	ML→Mw	-32.756	-71.522	21.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
146	02-07-2004	8:42:39	5.1	ML→Mw	-28.217	-71.220	46.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
147	08-07-2004	16:27:11	5.4	ML→Mw	-27.161	-70.662	68.6	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
148	23-07-2004	12:13:08	4.5	mb→Mw	-18.400	-70.000	135.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
149	05-08-2004	13:23:03	4.3	mb→Mw	-18.283	-70.017	15.0	Ref. 32	Superficial-Cortical
150	10-08-2004	8:29:01	4.5	mb→Mw	-18.733	-70.066	85.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
151	17-08-2004	17:31:05	4.4	ML→Mw	-27.401	-70.664	45.2	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
152	25-08-2004	5:12:54	5.1	CMT	-20.643	-69.612	112.4	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
153	26-08-2004	14:54:04	5.1	ML→Mw	-27.988	-71.083	30.8	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
154	26-08-2004	20:51:55	5.8	CMT	-27.444	-71.042	47.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
155	28-08-2004	9:51:15	6.5	CMT	-35.173	-70.525	5.0	Ref. 32	Superficial-Cortical
156	07-09-2004	9:31:31	4.6	ML→Mw	-28.054	-70.707	78.7	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
157	10-09-2004	6:49:50	5.2	CMT	-38.215	-73.012	12*	Ref. 32	Superficial-Cortical
158	16-09-2004	5:33:12	4.3	ML→Mw	-33.907	-71.285	48.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
159	27-09-2004	14:35:13	4.0	ML→Mw	-32.672	-71.722	30.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
160	27-09-2004	19:02:43	5.5	CMT	-32.585	-71.844	30.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca

* Profundidad según catálogo CMT.

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Sismogénesis	
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		Fuente
161	02-10-2004	3:01:33	4.9	CMT	-20.080	-68.310	147.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
162	19-10-2004	11:13:34	4.3	ML→Mw	-32.756	-71.699	24.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
163	26-10-2004	13:24:39	4.4	ML→Mw	-34.137	-71.291	61.8	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
164	02-11-2004	3:50:06	5.0	mb→Mw	-18.500	-70.633	42.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
165	04-11-2004	9:37:52	4.9	ML→Mw	-22.507	-69.170	78.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
166	13-11-2004	4:29:52	4.1	ML→Mw	-22.294	-69.341	75.7	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
167	06-12-2004	1:42:39	5.5	ML→Mw	-21.429	-68.581	141.3	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
168	08-12-2004	2:17:03	5.6	CMT	-30.848	-71.639	33.2	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
169	11-12-2004	6:34:00	5.1	ML→Mw	-32.956	-70.874	77.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
170	25-12-2004	5:15:58	5.1	ML→Mw	-26.301	-70.778	50.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
171	27-12-2004	9:42:02	4.8	ML→Mw	-26.893	-70.278	65.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
172	06-01-2005	13:35:25	5.4	CMT	-21.965	-68.844	129.5	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
173	11-01-2005	13:36:02	4.2	mb→Mw	-20.566	-69.333	105.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
174	20-01-2005	14:23:11	4.4	mb→Mw	-20.800	-69.816	93.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
175	20-01-2005	22:18:38	5.0	CMT	-22.326	-68.965	110.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
176	03-02-2005	8:48:48	4.6	ML→Mw	-19.383	-69.367	114.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
177	04-02-2005	5:27:50	5.2	ML→Mw	-37.865	-73.780	22.8	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
178	09-03-2005	19:46:01	4.1	ML→Mw	-32.682	-71.789	27.7	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
179	13-03-2005	16:45:16	5.2	CMT	-32.733	-71.710	11.3	Ref. 32	Superficial-Cortical
180	18-03-2005	1:36:08	5.3	CMT	-20.440	-68.580	125.8*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
181	24-03-2005	3:54:34	5.1	CMT	-20.259	-68.786	95.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
182	30-03-2005	19:50:53	5.2	ML→Mw	-35.235	-71.318	91.2	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
183	13-04-2005	3:02:31	4.1	ML→Mw	-33.243	-70.624	90.5	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
184	16-04-2005	22:41:22	5.8	CMT	-17.472	-69.485	115.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
185	20-04-2005	10:40:59	4.8	ML→Mw	-17.533	-71.700	28**	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
186	28-04-2005	13:47:44	4.9	mb→Mw	-20.150	-69.333	96**	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
187	14-05-2005	13:15:55	5.2	ML→Mw	-32.593	-70.642	95.7	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
188	29-05-2005	17:50:22	4.9	ML→Mw	-28.504	-70.103	101.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
189	29-05-2005	18:35:40	4.2	ML→Mw	-33.574	-71.311	48.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
190	03-06-2005	15:55:10	4.3	ML→Mw	-32.684	-71.666	29.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
191	07-06-2005	22:57:51	5.1	CMT	-28.389	-69.324	140.8	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
192	08-06-2005	11:48:00	4.2	ML→Mw	-34.489	-71.504	61.4	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia

* Profundidad según catálogo CMT. ** Profundidad según catálogo NEIC.

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Fuente	Sismogénesis
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		
193	08-06-2005	12:51:06	4.5	mb→Mw	-19.517	-69.217	136.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
194	13-06-2005	1:07:17	4.8	mb→Mw	-19.949	-68.919	104.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
195	13-06-2005	22:44:14	7.8	CMT	-19.903	-69.128	111.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
196	14-06-2005	12:38:09	4.9	ML→Mw	-32.724	-71.700	30.7	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
197	21-06-2005	5:11:24	5.4	CMT	-20.016	-68.873	107.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
198	22-06-2005	19:22:49	4.6	mb→Mw	-20.117	-69.150	106.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
199	26-06-2005	0:53:38	4.9	CMT	-19.983	-70.167	42.8*	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
200	01-07-2005	3:27:27	4.2	mb→Mw	-19.839	-68.970	101.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
201	05-07-2005	13:15:35	4.8	ML→Mw	-32.859	-71.286	53.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
202	07-07-2005	18:50:52	4.6	ML→Mw	-22.449	-68.963	113.6	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
203	13-07-2005	12:06:16	5.7	CMT	-17.816	-69.981	84.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
204	14-07-2005	1:07:26	5.2	CMT	-19.250	-69.183	136.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
205	21-07-2005	21:30:36	5.1	CMT	-29.417	-71.228	76.8*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
206	01-08-2005	23:46:26	4.3	mb→Mw	-32.606	-71.685	31.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
207	08-08-2005	13:56:28	4.6	mb→Mw	-20.283	-69.266	102.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
208	10-08-2005	10:35:20	4.2	ML→Mw	-32.689	-71.692	23.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
209	12-08-2005	5:09:35	4.7	ML→Mw	-33.462	-70.676	88.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
210	13-08-2005	2:39:43	5.8	CMT	-19.760	-68.899	113.6	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
211	19-08-2005	20:48:56	5.2	ML→Mw	-28.546	-70.985	62.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
212	21-08-2005	18:32:01	4.9	ML→Mw	-28.447	-70.916	75.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
213	11-09-2005	14:53:20	4.7	ML→Mw	-36.625	-73.580	50.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
214	13-10-2005	14:38:26	4.8	ML→Mw	-28.010	-70.401	68.4	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
215	17-10-2005	19:23:00	5.7	CMT	-18.267	-69.800	77.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
216	20-10-2005	10:02:26	5.1	ML→Mw	-21.130	-70.802	50.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
217	23-10-2005	4:49:24	5.5	CMT	-22.001	-68.816	122.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
218	25-10-2005	7:40:26	5.3	ML→Mw	-19.322	-69.990	46.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
219	27-10-2005	12:36:53	4.3	mb→Mw	-18.950	-70.333	77.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
220	03-11-2005	9:02:34	4.6	ML→Mw	-32.878	-70.399	1.6	Ref. 32	Superficial-Cortical
221	13-11-2005	23:18:39	4.9	CMT	-18.635	-69.306	112*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
222	17-11-2005	19:27:20	6.8	CMT	-23.075	-67.856	155.2	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
223	22-11-2005	22:42:27	5.4	ML→Mw	-36.762	-72.283	57**	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
224	28-11-2005	12:57:51	5.5	CMT	-29.303	-71.124	52.7	Ref. 32	Subduccion-Interplaca

* Profundidad según catálogo CMT. ** Profundidad según catálogo NEIC.

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Sismogénesis
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]	
225	30-11-2005	11:59:13	4.2	ML→Mw	-27.344	-70.804	33.5	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
226	14-12-2005	7:52:43	5.3	CMT	-31.073	-71.796	53.9	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
227	27-12-2005	2:58:42	5.1	ML→Mw	-32.442	-71.541	66.4	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
228	28-12-2005	12:22:01	5.0	CMT	-20.033	-69.233	104.0	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
229	01-01-2006	7:36:32	4.8	ML→Mw	-32.467	-71.549	61.6	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
230	25-01-2006	5:20:22	4.8	ML→Mw	-32.496	-71.863	30.6	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
231	10-02-2006	14:07:55	5.2	CMT	-32.599	-71.561	33.8	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
232	19-02-2006	15:28:45	5.2	ML→Mw	-33.231	-72.061	53.5	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
233	01-03-2006	11:10:32	4.1	ML→Mw	-33.142	-71.603	38.8	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
234	01-03-2006	20:21:47	5.1	CMT	-18.396	-69.471	128.0	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
235	15-03-2006	8:06:15	4.8	mb→Mw	-19.603	-68.913	114.0	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
236	21-03-2006	4:59:57	4.0	ML→Mw	-33.350	-71.350	54.2	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
237	27-03-2006	5:24:02	5.2	CMT	-20.791	-69.393	67.1*	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
238	29-03-2006	21:57:16	4.3	ML→Mw	-32.363	-71.363	53.0	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
239	09-04-2006	20:50:43	5.7	CMT	-20.389	-70.198	34.2	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
240	19-04-2006	13:47:25	5.6	CMT	-27.073	-71.225	13.9	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
241	19-04-2006	23:39:45	4.2	ML→Mw	-32.712	-71.627	51.6	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
242	30-04-2006	6:30:14	5.3	CMT	-27.092	-71.258	21.5	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
243	30-04-2006	15:16:01	6.6	CMT	-27.097	-71.399	5.7	Ref. 32 Superficial-Cortical
244	30-04-2006	15:20:00	5.4	ML→Mw	-27.124	-71.158	31.3	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
245	30-04-2006	15:25:10	5.3	mb→Mw	-27.097	-71.399	6.3	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
246	30-04-2006	16:11:17	5.7	CMT	-27.067	-71.138	48.4	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
247	30-04-2006	17:39:43	6.5	CMT	-26.839	-71.149	18.0	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
248	30-04-2006	19:03:24	5.8	CMT	-27.227	-71.196	37.3	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
249	30-04-2006	21:34:41	5.4	CMT	-27.256	-71.178	16.0	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
250	18-05-2006	14:26:26	4.8	ML→Mw	-32.467	-71.863	13.0	Ref. 32 Superficial-Cortical
251	18-05-2006	20:22:10	4.5	ML→Mw	-28.318	-70.824	49.8	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
252	22-05-2006	8:04:05	4.2	ML→Mw	-33.299	-71.953	28.9	Ref. 32 Subduccion-Interplaca
253	06-06-2006	13:57:51	5.0	CMT	-20.856	-69.480	98.0	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
254	10-06-2006	19:38:58	4.4	mb→Mw	-19.310	-69.920	73.8	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
255	17-06-2006	23:41:53	4.7	ML→Mw	-34.313	-70.539	106.6	Ref. 32 Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
256	19-06-2006	22:13:54	4.9	ML→Mw	-32.919	-71.638	42.0	Ref. 32 Subduccion-Interplaca

* Profundidad según catálogo CMT.

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Fuente	Sismogénesis
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		
257	21-06-2006	14:54:39	4.6	ML→Mw	-20.533	-69.254	97.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
258	26-06-2006	2:07:35	5.5	CMT	-22.762	-68.695	115.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
259	27-06-2006	11:24:44	5.5	CMT	-21.528	-69.302	120.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
260	09-07-2006	16:37:10	5.2	CMT	-19.675	-70.601	10.0	Ref. 32	Superficial-Cortical
261	16-07-2006	7:44:59	6.2	CMT	-28.579	-72.688	30.0	Ref. 32	Ante-arco
262	16-07-2006	23:20:41	4.9	CMT	-20.096	-68.940	110.3*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
263	19-07-2006	18:11:30	4.9	ML→Mw	-32.466	-71.888	30.8	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
264	25-07-2006	2:17:26	4.6	mb→Mw	-20.091	-68.900	119.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
265	17-08-2006	13:33:08	5.2	CMT	-23.398	-69.708	80.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
266	24-08-2006	0:45:12	6.6	CMT	-24.618	-67.261	165.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
267	31-08-2006	19:20:11	5.1	CMT	-28.865	-70.597	80.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
268	09-09-2006	13:28:50	5.3	ML→Mw	-32.644	-70.613	100.4	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
269	12-09-2006	9:34:58	5.9	CMT	-28.851	-69.084	124.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
270	07-10-2006	8:20:59	5.7	CMT	-24.162	-69.110	104.4	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
271	11-10-2006	14:21:28	4.6	ML→Mw	-22.121	-70.092	26.3	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
272	12-10-2006	14:04:35	6.4	CMT	-31.344	-71.711	37.2	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
273	13-10-2006	10:28:50	5.3	CMT	-18.131	-69.643	130.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
274	17-10-2006	4:02:36	5.9	CMT	-20.967	-68.283	139.7	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
275	07-11-2006	13:25:51	5.6	CMT	-22.198	-68.466	124.8	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
276	14-11-2006	22:22:19	5.7	CMT	-23.555	-68.537	100.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
277	20-11-2006	14:38:27	5.5	CMT	-17.755	-70.552	48.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
278	11-12-2006	20:39:51	3.9	ML→Mw	-32.699	-71.580	25.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
279	18-01-2007	16:07:14	4.7	ML→Mw	-33.121	-70.622	88.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
280	07-02-2007	18:55:07	5.5	CMT	-18.007	-71.140	80.9*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
281	14-02-2007	14:22:00	5.3	CMT	-19.676	-70.129	101.5*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
282	19-02-2007	19:24:03	5.5	CMT	-23.132	-70.672	43.3	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
283	20-02-2007	13:34:15	5.2	ML→Mw	-26.903	-71.045	25.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
284	21-02-2007	1:45:26	5.1	ML→Mw	-26.887	-71.065	31.5	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
285	21-02-2007	22:55:43	4.9	ML→Mw	-32.178	-71.627	43.5	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
286	26-02-2007	17:58:27	5.2	mb→Mw	-20.400	-69.320	107.3	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia
287	02-03-2007	13:07:29	5.4	CMT	-30.880	-71.682	33.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
288	06-03-2007	9:41:46	4.6	CMT	-28.574	-71.250	47.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca

* Profundidad según catálogo CMT.

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Fuente	Sismogénesis
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		
289	10-03-2007	14:07:03	5.4	CMT	-23.294	-69.710	50.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
290	14-03-2007	21:34:02	4.9	mb→Mw	-20.200	-69.292	104.3	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
291	22-03-2007	16:37:25	5.2	CMT	-28.122	-71.201	42.2	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
292	24-03-2007	15:24:12	5.5	CMT	-19.797	-70.159	28.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
293	29-03-2007	17:09:03	5.6	CMT	-31.610	-72.128	24.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
294	12-04-2007	2:59:10	5.2	CMT	-18.645	-69.279	124.8	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
295	12-04-2007	11:35:08	4.1	ML→Mw	-33.011	-71.886	27.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
296	22-04-2007	6:21:55	5.6	ML→Mw	-32.388	-71.448	25.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
297	26-04-2007	8:24:48	5.2	CMT	-28.157	-70.780	45.4	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
298	10-05-2007	1:31:32	5.1	ML→Mw	-32.618	-71.365	58.8	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
299	10-05-2007	16:57:37	4.9	ML→Mw	-32.621	-70.125	105.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
300	14-06-2007	10:42:03	5.5	CMT	-23.325	-68.867	100.8	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
301	21-06-2007	5:55:18	5.1	CMT	-31.751	-71.162	45.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
302	28-06-2007	15:25:27	5.6	CMT	-31.983	-71.489	80.3*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
303	11-07-2007	11:12:38	5.1	CMT	-32.660	-70.435	99.3	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
304	12-07-2007	20:47:37	5.1	ML→Mw	-30.861	-71.291	62.9	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
305	21-07-2007	15:34:49	6.4	CMT	-22.870	-66.257	280.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
306	02-08-2007	22:12:16	5.3	CMT	-23.544	-69.122	90.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
307	08-08-2007	14:14:19	5.3	CMT	-32.493	-71.698	32.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
308	04-09-2007	6:20:28	5.2	mb→Mw	-22.363	-70.125	34.5	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
309	30-09-2007	18:41:05	4.4	ML→Mw	-33.884	-70.791	89.6	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
310	08-10-2007	16:30:18	4.9	ML→Mw	-32.673	-71.689	35.4	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
311	25-10-2007	8:35:17	5.6	CMT	-20.588	-68.728	125.8*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
312	25-10-2007	15:02:27	5.2	ML→Mw	-28.861	-71.191	45.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
313	30-10-2007	17:58:10	4.9	ML→Mw	-20.296	-69.292	112.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
314	11-11-2007	22:50:20	4.1	ML→Mw	-33.258	-70.426	98.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
315	14-11-2007	12:40:48	7.7	CMT	-22.692	-70.215	38.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
316	15-11-2007	15:03:07	6.3	CMT	-22.965	-70.519	38.7	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
317	15-11-2007	15:05:57	6.8	CMT	-23.126	-70.518	40.3	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
318	17-11-2007	3:07:32	5.5	CMT	-23.045	-70.287	34.5	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
319	17-11-2007	17:54:31	5.8	CMT	-23.015	-70.895	32.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
320	18-11-2007	7:02:38	5.3	CMT	-18.518	-69.461	98.4*	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia

* Profundidad según catálogo CMT.

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Fuente	Sismogénesis
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		
321	18-11-2007	12:15:38	5.7	CMT	-23.067	-70.705	31.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
322	19-11-2007	23:30:29	5.9	CMT	-22.795	-70.703	36.3	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
323	20-11-2007	0:51:10	5.1	ML→Mw	-23.151	-70.123	35.7	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
324	20-11-2007	17:55:49	6.1	CMT	-22.941	-70.831	37.7	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
325	24-11-2007	5:02:06	5.6	CMT	-23.770	-69.012	92.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
326	27-11-2007	3:34:10	5.0	mb→Mw	-23.116	-70.423	39.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
327	04-12-2007	19:56:57	5.2	CMT	-17.547	-70.159	46.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
328	06-12-2007	1:11:09	5.1	CMT	-23.517	-70.740	33.3	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
329	13-12-2007	5:20:21	6.0	CMT	-23.235	-70.791	37.2	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
330	13-12-2007	7:23:38	6.2	CMT	-23.290	-70.742	43.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
331	15-12-2007	11:19:52	4.8	ML→Mw	-23.117	-70.503	38.2	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
332	15-12-2007	18:22:27	5.9	CMT	-32.803	-71.740	45.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
333	16-12-2007	8:09:17	6.7	CMT	-22.947	-70.180	42.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
334	16-12-2007	15:53:12	4.0	ML→Mw	-32.758	-71.684	24.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
335	17-12-2007	6:29:51	4.7	ML→Mw	-32.709	-71.812	12.8	Ref. 32	Superficial-Cortical
336	17-12-2007	9:26:34	5.5	ML→Mw	-32.877	-71.074	62.5	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
337	20-12-2007	3:06:56	5.5	CMT	-32.713	-71.788	30.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
338	20-12-2007	3:18:08	4.6	ML→Mw	-32.699	-71.741	20.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
339	20-12-2007	3:22:03	5.1	ML→Mw	-32.695	-71.812	29.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
340	25-12-2007	12:15:55	4.9	ML→Mw	-22.956	-70.207	57.2	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
341	25-12-2007	16:20:52	5.8	CMT	-19.605	-69.341	109.6	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
342	26-12-2007	23:40:53	5.5	CMT	-22.450	-68.627	106.6	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
343	29-12-2007	14:07:23	4.0	ML→Mw	-20.106	-69.890	36.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
344	02-01-2008	8:42:27	5.1	ML→Mw	-23.122	-70.586	37.1	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
345	04-01-2008	1:26:31	5.3	CMT	-21.642	-68.631	117.7	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
346	05-01-2008	7:29:31	5.7	CMT	-22.920	-68.677	98.9	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
347	07-01-2008	18:43:42	3.6	Mc→Mw	-45.476	-73.049	6.1	Ref. 32	Superficial-Cortical
348	14-01-2008	21:24:05	4.8	ML→Mw	-29.306	-70.144	133.2	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
349	18-01-2008	6:57:17	4.4	ML→Mw	-32.655	-71.798	15.0	Ref. 32	Superficial-Cortical
350	22-01-2008	9:09:27	5.3	ML→Mw	-19.955	-70.101	49.4	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
351	31-01-2008	0:09:43	4.4	ML→Mw	-20.442	-70.137	46.0	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
352	04-02-2008	17:01:29	6.3	CMT	-20.275	-70.265	45.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca

Tabla A1: Eventos de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Magnitud		Ubicación Geográfica			Fuente	Sismogénesis
			Valor [Mw]	Fuente	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]		
353	16-02-2008	14:45:08	6.1	CMT	-21.470	-68.683	130.1	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
354	01-03-2008	19:51:58	5.6	CMT	-20.413	-70.186	43.8	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
355	07-03-2008	22:35:02	5.2	CMT	-17.599	-70.581	83.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
356	10-03-2008	5:06:09	4.9	ML→Mw	-22.454	-70.279	38.9	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
357	10-03-2008	9:43:00	5.6	CMT	-28.358	-69.664	125.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
358	24-03-2008	20:39:05	6.2	CMT	-20.203	-69.360	123.7	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
359	29-03-2008	1:34:35	5.1	CMT	-43.099	-74.088	27.4	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
360	07-04-2008	17:38:39	5.2	ML→Mw	-27.767	-71.201	45.7	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
361	17-04-2008	7:24:47	4.4	ML→Mw	-18.432	-69.698	130.6	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
362	23-04-2008	7:06:27	5.1	ML→Mw	-34.351	-70.825	103.4	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
363	08-05-2008	0:27:22	5.3	ML→Mw	-21.989	-68.830	110.5	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
364	23-05-2008	20:46:16	5.5	ML→Mw	-22.853	-68.820	100.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
365	14-06-2008	3:35:14	4.9	ML→Mw	-33.665	-70.572	96.5	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia
366	16-06-2008	21:02:34	4.8	ML→Mw	-32.435	-71.190	45.6	Ref. 32	Subduccion-Interplaca
367	08-07-2008	9:13:06	6.2	CMT	-16.566	-72.260	80.0	Ref. 32	Subduccion-Intraplaca-Prof.Intermedia

Tabla A2: Registros de la base de datos.

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
1	13-09-1945	11:17:00	SANTIAGO - INGENIERIA	0.067	0.131	0.053	105.4	33.9
2	04-09-1953	0:00:00	SANTIAGO - INGENIERIA	0.017	0.015	0.014	142.0	133.6
3	28-03-1965	16:33:14	SANTIAGO - INGENIERIA	0.171	0.187	0.085	140.6	123.9
4	26-09-1967	11:11:24	SANTIAGO - INGENIERIA	0.025	0.028	-	87.2	23.5
5	08-07-1971	3:03:18	SANTIAGO - INGENIERIA	0.168	0.138	-	123.1	116.9
6	05-10-1973	5:47:51	SANTIAGO - INGENIERIA	0.010	0.011	0.010	134.5	130.8
7	12-11-1974	5:59:51	SANTIAGO - INGENIERIA	0.044	0.033	-	94.7	30.1
8	12-11-1974	5:59:51	SANTIAGO - SANTA LUCIA	0.031	-	0.020	94.2	28.2
9	21-12-1978	1:13:55	CHILLAN	0.050	0.051	0.030	62.8	43.0
10	21-12-1978	1:13:55	CONCEPCION	0.080	0.091	0.100	94.3	82.7
11	21-12-1978	1:13:55	TALCA	0.038	0.024	-	126.5	118.1
12	05-07-1979	2:01:16	LA LIGUA	-	0.235	-	90.3	71.3
13	05-07-1979	2:01:16	PAPUDO	0.200	-	-	86.0	65.7
14	05-07-1979	2:01:16	VALPARAISO - UTFSM	-	0.011	0.010	128.9	116.8
15	05-07-1979	2:01:16	VIÑA DEL MAR	0.034	0.025	0.030	131.4	119.6
16	16-10-1981	3:25:36	LA LIGUA	0.067	0.074	0.030	224.4	224.4
17	16-10-1981	3:25:36	PAPUDO	0.051	0.065	0.040	203.9	203.8
18	16-10-1981	3:25:36	PELDEHUE	0.049	0.078	0.040	261.6	261.7
19	16-10-1981	3:25:36	VIÑA DEL MAR	0.031	0.030	0.020	184.9	184.8
20	07-11-1981	3:29:48	PAPUDO	0.590	0.373	0.581	82.7	50.7
21	07-11-1981	3:29:48	LA LIGUA	0.577	0.379	0.397	91.2	63.7
22	07-11-1981	3:29:48	LLOLLEO	0.073	0.197	-	167.6	155.3
23	07-11-1981	3:29:48	PELDEHUE	-	0.290	-	162.6	149.7
24	07-11-1981	3:29:48	SAN FELIPE	0.371	0.377	-	137.5	121.6
25	07-11-1981	3:29:48	VENTANAS	0.270	0.277	-	93.1	66.6
26	07-11-1981	3:29:48	VIÑA DEL MAR	0.110	-	-	115.9	96.2
27	07-11-1981	3:29:48	SANTIAGO - INGENIERIA	0.076	0.096	0.050	186.3	175.4
28	03-03-1985	22:46:57	CAUQUENES	0.085	0.116	0.045	305.8	305.8
29	03-03-1985	22:46:57	CHILLAN	0.108	0.067	0.026	374.5	374.7
30	03-03-1985	22:46:57	CHILLAN	0.054	0.059	0.035	374.5	374.7
31	03-03-1985	22:46:57	CONSTITUCION	0.137	0.081	0.042	238.5	238.3
32	03-03-1985	22:46:57	EL COLORADO	0.120	0.113	0.060	278.5	278.4
33	03-03-1985	22:46:57	HUALAÑE	0.172	0.137	0.086	190.7	190.2
34	03-03-1985	22:46:57	ILLAPEL	0.117	0.091	0.052	191.1	190.6
35	03-03-1985	22:46:57	ILOCA	0.221	0.281	0.083	191.7	191.3
36	03-03-1985	22:46:57	LA LIGUA	0.165	0.133	-	107.5	106.2
37	03-03-1985	22:46:57	LAS TORTOLAS	0.143	0.172	0.103	104.8	103.6
38	03-03-1985	22:46:57	LLAY-LLAY	0.474	0.355	0.235	94.5	93.0
39	03-03-1985	22:46:57	LLOLLEO	0.655	0.380	0.759	50.3	47.4
40	03-03-1985	22:46:57	LOS VILOS	0.024	0.032	0.023	149.8	149.0
41	03-03-1985	22:46:57	MELIPILLA	0.640	0.608	0.251	77.4	75.6
42	03-03-1985	22:46:57	PAPUDO	-	0.229	0.202	91.4	89.9
43	03-03-1985	22:46:57	PEHUENCHE	0.031	0.023	0.020	283.3	283.2
44	03-03-1985	22:46:57	PELDEHUE	-	0.640	-	110.7	109.6
45	03-03-1985	22:46:57	PICHILEMU	0.271	0.187	0.124	130.8	129.9

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
46	03-03-1985	22:46:57	QUINTAY	0.213	0.253	0.147	22.1	14.2
47	03-03-1985	22:46:57	RAPEL	0.467	0.175	0.129	83.0	81.4
48	03-03-1985	22:46:57	SALADILLO	0.106	0.085	0.052	148.5	147.8
49	03-03-1985	22:46:57	SAN FELIPE	0.400	0.317	0.197	118.7	117.6
50	03-03-1985	22:46:57	SAN FERNANDO	0.285	0.350	0.123	170.9	170.4
51	03-03-1985	22:46:57	SAN ISIDRO - SAN PEDRO	0.570	0.600	0.401	62.8	60.5
52	03-03-1985	22:46:57	SANTIAGO - ENDESA	0.122	0.127	0.097	115.0	113.9
53	03-03-1985	22:46:57	TALCA	0.171	0.166	0.069	243.6	243.4
54	03-03-1985	22:46:57	VALPARAISO - ALMENDRAL	0.289	0.159	-	36.6	32.4
55	03-03-1985	22:46:57	VALPARAISO - UTFSM	0.171	0.161	0.102	37.0	32.9
56	03-03-1985	22:46:57	VENTANAS	0.215	0.230	0.169	68.2	66.1
57	03-03-1985	22:46:57	VIÑA DEL MAR	0.214	0.351	0.160	41.8	38.3
58	03-03-1985	22:46:57	ZAPALLAR	0.280	0.300	0.202	86.3	84.6
59	03-03-1985	22:46:57	COLBUN	0.034	0.037	0.030	278.1	278.1
60	03-03-1985	23:38:00	LLOLLEO	0.190	0.190	0.133	109.4	104.7
61	03-03-1985	23:38:00	VALPARAISO - UTFSM	0.033	0.041	0.031	58.7	48.7
62	03-03-1985	23:38:00	VIÑA DEL MAR	0.082	0.082	0.057	55.0	44.2
63	09-04-1985	1:56:59	CAUQUENES	0.055	0.074	0.038	216.1	213.4
64	09-04-1985	1:56:59	CONSTITUCION	0.049	0.044	0.025	156.1	152.0
65	09-04-1985	1:56:59	SANTIAGO - ENDESA	0.021	0.033	0.018	123.0	117.2
66	09-04-1985	1:56:59	ILOCA	0.162	0.112	0.057	111.0	104.7
67	09-04-1985	1:56:59	LLOLLEO	0.205	0.174	0.288	68.5	57.0
68	09-04-1985	1:56:59	QUINTAY	0.023	0.032	0.019	108.6	101.9
69	09-04-1985	1:56:59	RAPEL	0.051	0.110	0.046	43.9	21.9
70	09-04-1985	1:56:59	SAN FERNANDO	0.062	0.066	0.044	85.6	77.1
71	09-04-1985	1:56:59	SANTIAGO - INGENIERIA	0.034	0.039	0.025	119.6	113.7
72	09-04-1985	1:56:59	VENTANAS	0.075	0.068	0.032	160.1	155.9
73	05-03-1987	9:17:05	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	-	0.086	-	92.7	82.9
74	05-03-1987	9:17:05	CALAMA - HOSPITAL	0.038	0.029	0.038	251.6	248.8
75	05-03-1987	9:17:05	TALTAL	0.440	0.260	0.150	124.1	117.3
76	08-08-1987	15:48:57	ARICA - CEMENTERIO	0.270	0.260	0.199	97.8	68.5
77	08-08-1987	15:48:57	ARICA - COSTANERA	0.208	0.286	0.119	98.5	69.5
78	08-08-1987	15:48:57	IQUIQUE - IDIEM	0.152	0.103	0.080	150.7	134.4
79	24-08-1987	6:09:44	ARICA - COSTANERA	0.101	0.062	0.034	187.1	184.6
80	30-07-1995	0:00:00	TOCOPILLA - GOBERNACION	0.052	0.051	0.046	172.1	169.3
81	30-07-1995	5:11:56	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.212	0.288	0.148	40.2	23.1
82	14-10-1997	0:00:00	ILLAPEL	0.349	0.273	0.184	99.2	81.0
83	14-10-1997	0:00:00	PAPUDO	0.145	0.086	0.039	188.5	180.3
84	14-10-1997	0:00:00	ZAPALLAR	0.063	0.051	0.037	193.4	185.5
85	30-01-1998	9:16:09	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.031	0.027	0.016	75.9	62.1
86	17-04-1998	15:48:42	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.010	0.009	0.007	114.5	109.0
87	03-05-1998	18:41:59	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.011	0.010	0.006	93.1	78.2
88	29-07-1998	3:12:38	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.031	0.042	0.019	144.7	140.7
89	03-09-1998	13:33:38	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.003	0.004	0.002	371.2	369.9
90	10-10-1998	0:04:56	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.019	0.029	0.013	92.1	91.6

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
91	29-10-1998	15:49:00	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.042	0.055	0.020	120.4	81.7
92	29-10-1998	16:23:47	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.011	0.009	0.006	121.3	81.9
93	29-10-1998	16:55:57	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.029	0.039	0.016	109.2	63.9
94	29-10-1998	17:30:54	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.010	0.005	110.3	64.5
95	09-11-1998	18:01:59	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.006	0.005	130.2	40.0
96	09-11-1998	18:03:22	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.015	0.012	0.007	175.3	125.0
97	27-11-1998	1:08:39	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.009	0.014	0.005	57.7	50.0
98	27-11-1998	7:27:34	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.007	0.007	0.003	222.0	168.7
99	27-11-1998	7:27:49	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.010	0.011	0.004	238.0	189.6
100	20-12-1998	8:46:04	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.010	0.014	0.008	73.0	33.3
101	20-12-1998	8:46:40	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.023	0.026	0.010	107.5	85.9
102	05-02-1999	13:09:12	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.016	0.014	0.005	212.5	193.6
103	06-04-1999	4:45:05	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.004	0.004	161.0	156.4
104	06-04-1999	4:47:31	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.023	0.026	0.009	147.9	142.7
105	10-06-1999	5:35:00	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.005	0.007	0.002	109.5	40.3
106	25-06-1999	13:15:58	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.015	0.008	95.2	87.9
107	01-08-1999	21:07:45	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.144	0.119	0.046	107.3	44.2
108	03-08-1999	12:24:55	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.023	0.025	0.012	105.3	71.2
109	03-08-1999	12:26:02	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.014	0.020	0.008	102.2	66.7
110	09-08-1999	8:34:16	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.011	0.030	0.020	76.4	59.1
111	06-10-1999	9:04:12	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.010	0.016	0.005	66.4	63.2
112	04-11-1999	2:40:00	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.039	0.079	0.035	53.2	44.2
113	17-11-1999	14:13:31	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.013	0.018	0.007	56.5	50.3
114	01-02-2001	14:28:39	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.007	0.005	0.003	122.1	61.5
115	15-03-2001	9:03:11	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.008	0.006	151.3	146.0
116	05-04-2001	1:16:25	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.017	0.021	0.008	149.4	103.8
117	09-04-2001	5:00:52	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.009	0.005	258.9	259.0
118	29-05-2001	15:18:06	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.006	0.010	0.003	99.0	95.0
119	05-06-2001	7:02:00	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.012	0.005	88.2	77.9
120	23-06-2001	0:00:00	CUYA - MUNICIPALIDAD	0.158	0.134	0.066	513.8	514.1
121	23-06-2001	0:00:00	PISAGUA - RETEN	0.043	0.032	0.037	546.3	546.8
122	23-06-2001	0:00:00	POCONCHILE	0.258	0.246	0.145	472.0	472.1
123	23-06-2001	0:00:00	PUTRE - RETEN	0.188	0.199	0.094	501.3	501.5
124	23-06-2001	16:33:13	ARICA - CEMENTERIO	0.314	0.269	0.179	453.7	453.7
125	23-06-2001	16:33:13	ARICA - COSTANERA	0.273	0.335	0.084	453.1	453.1
126	07-07-2001	9:38:58	CHACALLUTA	0.056	0.069	0.032	190.5	187.4
127	13-07-2001	12:45:31	PICA - CONSULTORIO	0.039	0.045	0.021	117.9	45.6
128	24-07-2001	5:00:09	IQUIQUE - HOSPITAL	0.024	0.020	0.018	111.3	111.3
129	24-07-2001	5:00:11	PICA - CONSULTORIO	0.073	0.081	0.032	100.4	100.4
130	24-07-2001	5:00:26	CHACALLUTA	0.036	0.044	0.023	177.1	177.1
131	24-07-2001	13:41:47	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.020	0.013	0.009	132.7	122.2
132	24-07-2001	13:42:31	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.119	0.203	0.050	61.7	31.8
133	25-07-2001	21:26:24	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.021	0.032	0.014	43.1	13.4
134	28-07-2001	4:21:46	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.015	0.021	0.006	42.7	15.2
135	30-07-2001	3:54:14	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.009	0.003	124.4	66.9

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
136	09-08-2001	3:33:44	CHACALLUTA	0.055	0.044	0.040	137.0	61.0
137	09-08-2001	3:33:47	PUTRE - RETEN	0.043	0.026	0.019	124.7	20.9
138	10-08-2001	17:17:37	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.010	0.022	0.007	120.0	113.2
139	22-08-2001	20:38:02	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.007	0.011	0.005	50.8	23.7
140	28-08-2001	6:56:05	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.034	0.040	0.016	120.0	73.2
141	28-08-2001	6:56:22	IQUIQUE - HOSPITAL	0.012	0.008	0.006	171.5	143.2
142	28-08-2001	6:56:26	PICA - CONSULTORIO	0.039	0.030	0.022	159.9	128.9
143	15-10-2001	11:19:41	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.012	0.009	0.010	56.9	54.9
144	15-10-2001	11:49:42	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.014	0.011	67.6	63.7
145	21-10-2001	16:32:48	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.018	0.008	0.005	63.7	54.6
146	28-11-2001	7:54:35	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.032	0.071	0.012	50.8	41.9
147	13-12-2001	10:37:12	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.006	0.004	109.7	38.4
148	13-12-2001	10:50:54	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.004	0.003	0.005	151.2	111.5
149	28-12-2001	18:30:03	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.068	0.061	0.040	44.3	21.1
150	14-01-2002	15:36:39	CHACALLUTA	0.013	0.022	0.010	217.1	203.4
151	26-02-2002	8:32:47	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.053	0.057	0.043	94.6	37.4
152	26-02-2002	8:32:49	CHACALLUTA	0.073	0.098	0.038	96.1	41.0
153	17-03-2002	3:09:59	IQUIQUE - HOSPITAL	0.017	0.016	0.010	134.2	75.4
154	17-03-2002	14:36:18	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.004	0.003	0.002	89.0	61.2
155	28-03-2002	4:56:25	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.020	0.026	0.008	249.0	219.2
156	28-03-2002	4:56:36	IQUIQUE - HOSPITAL	0.019	0.014	0.008	281.4	255.8
157	28-03-2002	4:56:47	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.004	0.003	0.002	346.5	327.7
158	01-04-2002	15:59:52	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.007	0.008	385.3	381.3
159	01-04-2002	16:00:30	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.009	0.006	385.3	381.3
160	15-04-2002	23:08:34	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.003	0.003	0.002	184.3	156.0
161	18-04-2002	16:09:49	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.003	0.002	0.002	429.1	427.5
162	23-05-2002	11:53:29	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.009	0.015	0.005	263.1	259.4
163	23-05-2002	20:22:50	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.011	0.013	0.007	151.5	146.7
164	23-05-2002	20:23:42	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.063	0.071	0.023	109.3	102.2
165	02-06-2002	5:59:10	IQUIQUE - HOSPITAL	0.008	0.008	0.009	170.8	138.2
166	18-06-2002	0:00:00	LA SERENA - UNIVERSIDAD	0.131	0.150	0.074	115.3	103.2
167	18-06-2002	9:57:00	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.019	0.029	0.012	251.9	247.6
168	19-07-2002	2:52:33	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.017	0.017	0.008	184.5	182.1
169	19-07-2002	2:55:55	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.014	0.011	0.005	173.4	170.7
170	06-08-2002	18:16:43	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.014	0.005	134.4	118.6
171	28-08-2002	22:28:14	PICA - CONSULTORIO	0.010	0.015	0.008	175.9	133.4
172	01-09-2002	16:12:13	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.011	0.011	0.009	29.0	23.5
173	02-09-2002	19:16:57	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.008	0.008	0.003	118.1	98.3
174	02-09-2002	19:21:58	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.031	0.021	0.018	68.1	15.2
175	23-09-2002	23:58:14	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.017	0.016	0.006	306.3	285.8
176	30-09-2002	9:08:15	CURICO - HOSPITAL	0.018	0.013	0.009	91.3	17.8
177	13-10-2002	19:52:30	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.014	0.046	0.011	58.7	48.7
178	26-10-2002	10:10:56	PICA - CONSULTORIO	0.023	0.023	0.015	96.3	48.5
179	06-11-2002	23:15:59	PICA - CONSULTORIO	0.020	0.015	0.009	130.1	112.6
180	12-11-2002	13:06:40	PICA - CONSULTORIO	0.048	0.074	0.037	114.1	26.6

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
181	29-11-2002	0.745903	PICA - CONSULTORIO	0.016	0.019	0.012	129.1	42.9
182	01-12-2002	0.144514	IQUIQUE - HOSPITAL	0.010	0.013	0.011	77.5	19.5
183	01-12-2002	3:28:09	PICA - CONSULTORIO	0.026	0.021	0.021	102.5	70.3
184	13-12-2002	19:25:32	CALAMA - HOSPITAL	0.025	0.019	0.011	121.9	21.4
185	06-01-2003	21:01:55	CURICO - HOSPITAL	0.015	0.010	0.007	197.3	164.8
186	06-01-2003	21:51:20	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.024	0.029	0.013	122.5	52.1
187	06-01-2003	21:54:59	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.030	0.031	0.011	179.6	142.2
188	07-01-2003	17:40:40	PICA - CONSULTORIO	0.011	0.015	0.010	103.3	82.4
189	16-01-2003	21:23:56	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.010	0.005	69.1	55.3
190	30-01-2003	5:54:39	CALAMA - HOSPITAL	0.017	0.012	0.011	151.2	85.5
191	21-02-2003	5:53:32	PICA - CONSULTORIO	0.013	0.006	0.004	138.8	135.4
192	22-02-2003	14:58:30	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.007	0.004	90.7	71.2
193	22-02-2003	15:04:34	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.041	0.042	0.020	60.7	21.8
194	19-03-2003	18:32:57	PISAGUA - RETEN	0.038	0.024	0.027	64.7	64.6
195	24-03-2003	5:35:44	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.006	0.019	0.008	30.3	29.7
196	05-04-2003	1:09:10	CALAMA - HOSPITAL	0.010	0.011	0.007	169.9	141.7
197	07-04-2003	1:36:51	IQUIQUE - HOSPITAL	0.007	0.010	0.009	67.2	36.9
198	09-04-2003	1:33:46	PICA - CONSULTORIO	0.009	0.012	0.006	153.8	84.5
199	13-05-2003	15:43:04	IQUIQUE - HOSPITAL	0.012	0.016	0.009	66.2	47.3
200	13-05-2003	15:43:05	PISAGUA - RETEN	0.022	0.020	0.010	82.7	68.5
201	30-05-2003	19:11:27	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.012	0.007	0.006	107.2	42.6
202	01-06-2003	22:52:02	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.016	0.043	0.017	64.4	57.9
203	01-06-2003	22:55:20	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.010	0.016	0.008	54.1	52.9
204	02-06-2003	6:03:44	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.006	0.012	0.004	63.7	56.1
205	16-06-2003	11:05:40	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.010	0.010	0.007	101.6	69.3
206	16-06-2003	11:24:30	CURICO - HOSPITAL	0.008	0.009	0.005	137.8	116.9
207	20-06-2003	9:31:35	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.015	0.026	0.007	268.9	268.4
208	09-07-2003	15:23:25	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.037	0.124	0.055	47.9	39.4
209	13-07-2003	7:25:48	CALAMA - HOSPITAL	0.020	0.017	0.007	153.4	103.7
210	17-07-2003	19:03:54	PICA - CONSULTORIO	0.014	0.019	0.009	159.7	83.3
211	18-07-2003	6:18:40	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.021	0.019	0.008	94.2	54.3
212	27-07-2003	11:42:13	PICA - CONSULTORIO	0.008	0.009	0.013	569.6	463.9
213	27-07-2003	11:42:18	IQUIQUE - HOSPITAL	0.006	0.006	0.013	633.6	544.6
214	27-07-2003	11:42:20	CHACALLUTA	0.003	0.004	0.017	670.9	589.7
215	10-08-2003	0:26:26	IQUIQUE - HOSPITAL	0.012	0.012	0.006	70.4	31.6
216	26-08-2003	21:11:47	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.025	0.033	0.018	184.6	151.2
217	26-08-2003	21:11:48	CHACALLUTA	0.041	0.030	0.034	170.4	133.2
218	01-09-2003	18:49:07	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.011	0.008	137.5	123.0
219	18-09-2003	1:44:08	CHACALLUTA	0.035	0.034	0.027	129.2	114.1
220	18-09-2003	1:44:14	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.039	0.028	0.027	146.6	133.7
221	18-09-2003	1:44:22	PUTRE - RETEN	0.028	0.045	0.022	140.7	127.1
222	20-09-2003	9:06:21	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.006	0.013	0.006	84.1	76.4
223	20-09-2003	9:06:21	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.009	0.006	0.003	84.1	76.4
224	07-10-2003	12:57:17	CALAMA - HOSPITAL	0.036	0.021	0.014	101.8	48.9
225	09-10-2003	2:52:09	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.012	0.038	0.009	54.1	43.3

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
226	20-10-2003	19:14:01	CHACALLUTA	0.030	0.061	0.014	95.6	45.8
227	26-10-2003	16:27:10	CHACALLUTA	0.012	0.027	0.011	122.3	63.5
228	31-12-2003	15:47:58	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.007	0.004	95.6	59.5
229	31-12-2003	15:53:33	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.012	0.006	96.1	60.1
230	05-01-2004	21:19:43	PICA - CONSULTORIO	0.046	0.067	0.024	100.4	17.2
231	10-01-2004	4:25:58	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.011	0.029	0.007	242.6	238.9
232	13-01-2004	0:12:20	PICA - CONSULTORIO	0.021	0.025	0.015	137.2	131.9
233	13-01-2004	1:50:37	PISAGUA - RETEN	0.019	0.013	0.012	62.1	48.4
234	13-01-2004	1:50:37	IQUIQUE - HOSPITAL	0.009	0.008	0.005	58.5	43.8
235	23-01-2004	0:00:00	TOCOPILLA - GOBERNACION	0.027	0.026	0.022	132.6	132.5
236	23-01-2004	5:00:31	MEJILLONES - HOSPITAL	0.038	0.030	0.028	64.6	64.3
237	23-01-2004	5:00:35	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.009	0.014	0.008	77.4	77.2
238	23-01-2004	5:00:37	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.019	0.019	0.008	131.7	131.6
239	23-01-2004	5:00:46	CALAMA - HOSPITAL	0.028	0.031	0.013	126.6	126.5
240	27-01-2004	16:00:42	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.017	0.026	0.018	112.2	97.3
241	19-03-2004	6:01:55	IQUIQUE - HOSPITAL	0.027	0.028	0.016	75.3	66.3
242	19-03-2004	6:02:06	PICA - CONSULTORIO	0.039	0.031	0.020	142.1	137.8
243	31-03-2004	14:09:10	PICA - CONSULTORIO	0.024	0.019	0.016	118.2	69.3
244	09-04-2004	22:28:28	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.012	0.010	0.004	139.1	122.4
245	17-04-2004	21:43:27	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.013	0.013	0.008	76.9	65.7
246	30-04-2004	6:00:26	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.021	0.021	0.009	96.5	11.6
247	30-04-2004	6:03:59	TALAGANTE - HOSPITAL	0.056	0.045	0.010	102.7	37.3
248	30-04-2004	6:04:01	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.013	0.010	0.005	139.5	102.1
249	30-04-2004	6:05:59	MAIPU - CRMS	0.022	0.026	0.013	97.6	18.5
250	30-04-2004	6:06:01	PROVIDENCIA - HOSPITAL SALVADOR	0.010	0.009	0.006	96.4	10.3
251	03-05-2004	23:41:33	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.012	0.019	0.007	41.1	34.9
252	18-05-2004	23:04:56	PICA - CONSULTORIO	0.011	0.015	0.007	150.4	131.2
253	24-05-2004	1:41:33	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.007	0.009	0.003	44.4	15.7
254	29-05-2004	13:30:58	PICA - CONSULTORIO	0.033	0.048	0.023	140.5	67.4
255	30-05-2004	16:44:06	CHACALLUTA	0.023	0.022	0.018	159.7	115.9
256	30-05-2004	16:44:08	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.014	0.016	0.013	174.0	135.3
257	30-05-2004	16:44:09	POCONCHILE	0.023	0.016	0.016	170.4	130.5
258	01-06-2004	9:49:14	PISAGUA - RETEN	0.028	0.023	0.010	92.9	89.6
259	01-06-2004	9:49:15	IQUIQUE - HOSPITAL	0.014	0.016	0.009	58.9	53.5
260	16-06-2004	1:16:12	PICA - CONSULTORIO	0.018	0.018	0.014	258.9	207.6
261	22-06-2004	19:10:08	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.009	0.007	45.1	34.7
262	23-06-2004	8:48:32	IQUIQUE - HOSPITAL	0.006	0.005	0.004	140.5	86.2
263	23-06-2004	8:48:37	PICA - CONSULTORIO	0.018	0.021	0.010	135.1	77.0
264	26-06-2004	23:56:27	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.015	0.019	0.008	90.6	79.3
265	29-06-2004	12:08:30	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.011	0.012	0.007	39.0	32.4
266	02-07-2004	8:42:39	VALLENAR	0.018	0.023	0.007	76.1	60.5
267	08-07-2004	16:27:11	COPIAPO - HOSPITAL	0.028	0.034	0.013	78.9	39.4
268	23-07-2004	12:13:09	CHACALLUTA	0.023	0.040	0.026	139.3	34.5
269	23-07-2004	12:13:12	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.022	0.014	0.013	139.2	34.4
270	23-07-2004	12:13:19	POCONCHILE	0.016	0.012	0.012	135.3	9.2

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
271	05-08-2004	13:23:03	POCONCHILE	0.049	0.068	0.044	24.6	19.6
272	10-08-2004	8:29:00	POCONCHILE	0.032	0.023	0.015	90.6	31.3
273	10-08-2004	8:29:01	CHACALLUTA	0.008	0.014	0.014	100.3	53.4
274	17-08-2004	17:31:05	COPIAPO - HOSPITAL	0.010	0.015	0.009	55.9	33.0
275	25-08-2004	5:12:47	PICA - CONSULTORIO	0.064	0.094	0.040	117.3	33.8
276	25-08-2004	5:12:54	IQUIQUE - HOSPITAL	0.010	0.009	0.006	133.6	72.7
277	26-08-2004	14:54:04	VALLENAR	0.025	0.019	0.007	78.8	72.8
278	26-08-2004	20:51:55	COPIAPO - HOSPITAL	0.046	0.044	0.032	84.7	70.7
279	26-08-2004	21:18:29	VALLENAR	0.023	0.026	0.011	136.7	128.9
280	28-08-2004	9:41:00	TALCA	0.031	0.026	0.014	106.8	106.7
281	28-08-2004	9:41:04	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.008	0.011	0.006	192.9	192.9
282	28-08-2004	9:42:16	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.030	0.025	0.009	253.1	253.2
283	28-08-2004	9:46:11	QUINTA NORMAL - HOSPITAL FELIX BULNES	0.022	0.020	0.010	193.7	193.7
284	28-08-2004	9:46:55	RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	0.018	0.017	0.009	113.3	113.3
285	28-08-2004	9:47:44	MAIPU - CRMS	0.016	0.015	0.010	185.5	185.5
286	28-08-2004	9:48:51	TALAGANTE - HOSPITAL	0.020	0.016	0.008	172.2	172.2
287	28-08-2004	9:51:15	CURICO - HOSPITAL	0.108	0.142	0.044	68.3	68.2
288	07-09-2004	9:31:31	VALLENAR	0.007	0.010	0.004	97.5	58.1
289	10-09-2004	6:49:50	ANGOL	0.033	0.037	0.010	55.1	53.8
290	16-09-2004	5:33:12	RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	0.007	0.013	0.004	76.2	59.0
291	27-09-2004	14:35:13	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.005	0.008	0.006	55.0	46.2
292	27-09-2004	18:58:16	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.030	0.070	0.025	67.0	60.1
293	27-09-2004	19:02:43	VIÑA DEL MAR	0.030	0.050	0.023	67.0	60.1
294	02-10-2004	3:01:33	PICA - CONSULTORIO	0.013	0.018	0.011	186.3	115.9
295	19-10-2004	10:18:13	VIÑA DEL MAR	0.012	0.016	0.007	44.2	36.9
296	19-10-2004	11:13:34	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.011	0.018	0.005	44.2	36.9
297	26-10-2004	13:24:39	RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	0.015	0.013	0.005	80.6	52.0
298	02-11-2004	3:50:04	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.032	0.018	0.017	53.9	34.0
299	02-11-2004	3:50:07	CHACALLUTA	0.025	0.035	0.019	57.6	39.4
300	02-11-2004	3:50:10	POCONCHILE	0.013	0.015	0.015	73.0	59.9
301	04-11-2004	9:37:53	CALAMA - HOSPITAL	0.010	0.014	0.009	82.0	25.2
302	13-11-2004	4:29:53	CALAMA - HOSPITAL	0.020	0.019	0.011	88.4	46.1
303	06-12-2004	1:42:39	CALAMA - HOSPITAL	0.008	0.013	0.006	184.4	120.1
304	08-12-2004	2:17:03	COPIAPO - HOSPITAL	0.015	0.012	0.004	408.5	408.1
305	11-12-2004	5:43:30	MAIPU - CRMS	0.019	0.021	0.016	99.3	63.2
306	11-12-2004	6:34:50	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.010	0.010	0.006	97.6	60.2
307	11-12-2004	6:35:21	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.013	0.015	0.007	96.0	57.8
308	11-12-2004	6:40:30	PROVIDENCIA - HOSPITAL SALVADOR	0.009	0.014	0.005	96.3	58.3
309	25-12-2004	5:15:58	COPIAPO - HOSPITAL	0.011	0.009	0.006	134.8	125.8
310	27-12-2004	9:42:02	COPIAPO - HOSPITAL	0.012	0.016	0.015	83.1	52.3
311	06-01-2005	13:35:25	CALAMA - HOSPITAL	0.006	0.009	0.004	140.6	55.7
312	06-01-2005	13:35:37	PICA - CONSULTORIO	0.013	0.014	0.008	213.7	171.5
313	11-01-2005	13:36:02	PICA - CONSULTORIO	0.023	0.027	0.017	105.3	8.2
314	20-01-2005	14:23:12	PICA - CONSULTORIO	0.029	0.028	0.018	111.1	61.1
315	20-01-2005	22:18:39	CALAMA - HOSPITAL	0.021	0.021	0.012	111.0	15.2

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
316	03-02-2005	8:48:49	POCONCHILE	0.017	0.014	0.010	170.1	127.2
317	04-02-2005	5:27:50	ANGOL	0.026	0.031	0.008	97.0	94.5
318	09-03-2005	19:46:01	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.008	0.008	0.007	55.5	48.2
319	13-03-2005	16:45:16	VIÑA DEL MAR	0.024	0.036	0.013	41.1	39.6
320	13-03-2005	17:38:55	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.069	0.061	0.039	41.1	39.6
321	18-03-2005	1:35:59	PICA - CONSULTORIO	0.047	0.059	0.022	147.8	78.4
322	18-03-2005	1:36:09	IQUIQUE - HOSPITAL	0.003	0.006	0.004	205.9	164.5
323	24-03-2005	3:54:22	PICA - CONSULTORIO	0.095	0.108	0.048	113.4	62.4
324	24-03-2005	3:54:35	IQUIQUE - HOSPITAL	0.010	0.014	0.009	169.4	141.3
325	30-03-2005	19:50:53	CURICO - HOSPITAL	0.019	0.024	0.010	95.8	29.2
326	13-04-2005	3:02:31	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.010	0.014	0.003	93.1	22.3
327	16-04-2005	22:41:17	POCONCHILE	0.049	0.046	0.039	169.1	125.3
328	16-04-2005	22:41:19	CHACALLUTA	0.035	0.038	0.024	171.5	128.5
329	16-04-2005	22:41:22	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.036	0.031	0.021	182.5	143.2
330	20-04-2005	10:40:59	CHACALLUTA	0.014	0.013	0.013	172.5	170.6
331	28-04-2005	13:47:45	PICA - CONSULTORIO	0.018	0.019	0.008	103.1	38.1
332	14-05-2005	13:08:20	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.023	0.026	0.013	134.6	95.6
333	14-05-2005	13:15:55	MAIPU - CRMS	0.007	0.008	0.011	140.1	103.4
334	29-05-2005	17:50:22	VALLENAR	0.008	0.014	0.005	119.3	64.1
335	29-05-2005	18:35:40	TALAGANTE - HOSPITAL	0.007	0.011	0.004	61.0	36.6
336	03-06-2005	15:55:10	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.017	0.020	0.015	52.2	42.9
337	07-06-2005	22:57:51	COPIAPO - HOSPITAL	0.009	0.010	0.006	205.8	151.4
338	08-06-2005	11:48:00	RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	0.007	0.008	0.003	100.5	79.8
339	08-06-2005	12:51:07	POCONCHILE	0.021	0.017	0.015	200.4	148.5
340	13-06-2005	0:00:00	ARICA - CEMENTERIO	0.039	0.024	0.018	241.3	219.3
341	13-06-2005	0:00:00	ARICA - CEMENTERIO	0.171	0.190	0.144	228.5	201.3
342	13-06-2005	0:00:00	ARICA - COSTANERA	0.024	0.026	0.012	242.0	220.1
343	13-06-2005	0:00:00	ARICA - COSTANERA	0.161	0.163	0.072	229.2	202.2
344	13-06-2005	0:00:00	CUYA - MUNICIPALIDAD	0.449	0.437	0.260	176.1	137.7
345	13-06-2005	0:00:00	IQUIQUE - INP	0.271	0.243	0.154	157.1	112.2
346	13-06-2005	0:00:00	IQUIQUE - IDIEM	0.196	0.229	0.114	156.8	111.8
347	13-06-2005	0:00:00	EL LOA	0.094	0.114	0.047	222.7	195.0
348	13-06-2005	0:00:00	PISAGUA - RETEN	0.347	0.303	0.236	161.8	118.7
349	13-06-2005	0:00:00	POCONCHILE	0.263	0.315	0.178	218.1	189.3
350	13-06-2005	0:00:00	PUTRE - RETEN	0.102	0.087	0.068	223.4	195.4
351	13-06-2005	1:07:17	PICA - CONSULTORIO	0.013	0.014	0.010	127.3	74.1
352	13-06-2005	22:43:59	PICA - CONSULTORIO	0.735	0.543	0.772	130.2	68.9
353	13-06-2005	22:44:01	IQUIQUE - HOSPITAL	0.217	0.227	0.241	156.3	111.1
354	13-06-2005	22:44:14	POCONCHILE	0.398	0.323	0.220	218.1	189.3
355	13-06-2005	22:44:15	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.207	0.168	0.104	227.7	200.3
356	13-06-2005	22:44:25	CALAMA - HOSPITAL	0.072	0.065	0.042	303.4	285.1
357	13-06-2005	22:44:37	MEJILLONES - HOSPITAL	0.021	0.018	0.016	393.7	381.3
358	13-06-2005	22:44:44	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.040	0.042	0.024	289.2	269.6
359	14-06-2005	12:30:40	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.032	0.027	0.020	50.3	40.1
360	14-06-2005	12:38:09	VIÑA DEL MAR	0.012	0.020	0.012	50.3	40.1

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
361	21-06-2005	5:11:19	PICA - CONSULTORIO	0.037	0.051	0.033	128.2	71.3
362	21-06-2005	5:11:24	IQUIQUE - HOSPITAL	0.008	0.011	0.006	170.6	134.0
363	22-06-2005	19:22:49	PICA - CONSULTORIO	0.012	0.017	0.010	115.2	45.8
364	26-06-2005	0:53:39	IQUIQUE - HOSPITAL	0.020	0.020	0.013	49.9	25.9
365	26-06-2005	0:53:39	PISAGUA - RETEN	0.039	0.041	0.027	60.7	43.1
366	26-06-2005	0:53:50	PICA - CONSULTORIO	0.036	0.025	0.015	112.2	104.1
367	26-06-2005	0:53:52	POCONCHILE	0.012	0.015	0.009	175.5	170.7
368	01-07-2005	3:27:27	PICA - CONSULTORIO	0.014	0.011	0.007	129.5	81.8
369	05-07-2005	13:06:10	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.068	0.065	0.056	61.4	29.6
370	05-07-2005	13:14:00	VIÑA DEL MAR	0.023	0.029	0.022	61.4	29.6
371	05-07-2005	13:15:35	MAIPU - CRMS	0.008	0.010	0.006	102.5	87.7
372	05-07-2005	13:16:02	TALAGANTE - HOSPITAL	0.009	0.014	0.005	108.8	95.1
373	07-07-2005	18:50:53	CALAMA - HOSPITAL	0.009	0.006	0.005	113.7	3.6
374	13-07-2005	12:06:11	CHACALLUTA	0.058	0.064	0.043	106.3	65.8
375	13-07-2005	12:06:13	POCONCHILE	0.077	0.062	0.064	109.8	71.4
376	13-07-2005	12:06:17	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.050	0.060	0.032	117.5	82.9
377	14-07-2005	1:07:26	POCONCHILE	0.018	0.020	0.012	186.4	128.7
378	21-07-2005	21:30:36	VALLENAR	0.013	0.015	0.006	129.3	104.4
379	01-08-2005	23:46:26	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.011	0.019	0.013	60.4	51.7
380	08-08-2005	13:56:28	PICA - CONSULTORIO	0.023	0.016	0.012	104.7	24.2
381	10-08-2005	10:27:11	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.032	0.026	0.018	49.2	43.3
382	10-08-2005	10:35:20	VIÑA DEL MAR	0.010	0.011	0.005	49.2	43.3
383	12-08-2005	4:56:20	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.015	0.005	88.1	3.1
384	12-08-2005	5:09:35	MAIPU - CRMS	0.008	0.012	0.005	88.6	10.4
385	13-08-2005	2:39:44	IQUIQUE - HOSPITAL	0.016	0.015	0.021	178.5	139.1
386	13-08-2005	2:39:44	PICA - CONSULTORIO	0.082	0.074	0.048	146.2	93.1
387	13-08-2005	2:39:45	PISAGUA - RETEN	0.027	0.025	0.014	178.5	139.0
388	13-08-2005	2:39:57	POCONCHILE	0.021	0.015	0.013	220.5	190.5
389	13-08-2005	22:48:01	FUERTE BAQUEDANO	0.023	0.029	0.017	149.6	98.3
390	13-08-2005	22:48:26	ALTO HOSPICIO	0.044	0.033	0.022	177.7	138.0
391	19-08-2005	20:48:56	VALLENAR	0.052	0.021	0.011	66.1	22.8
392	21-08-2005	18:32:01	VALLENAR	0.028	0.015	0.007	77.9	21.3
393	11-09-2005	14:53:20	ANGOL	0.016	0.012	0.004	158.6	151.2
394	13-10-2005	14:38:26	COPIAPO - HOSPITAL	0.019	0.021	0.013	99.6	72.6
395	13-10-2005	15:35:24	VALLENAR	0.015	0.009	0.004	98.7	71.7
396	17-10-2005	19:22:58	POCONCHILE	0.075	0.088	0.048	84.4	35.0
397	17-10-2005	19:23:01	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.099	0.049	0.026	97.0	59.5
398	17-10-2005	19:23:05	CHACALLUTA	0.080	0.097	0.032	94.2	54.6
399	20-10-2005	10:02:26	IQUIQUE - HOSPITAL	0.007	0.005	0.004	132.5	123.1
400	20-10-2005	10:02:34	PICA - CONSULTORIO	0.015	0.012	0.007	175.4	168.7
401	23-10-2005	4:49:24	CALAMA - HOSPITAL	0.010	0.008	0.007	132.5	52.3
402	23-10-2005	4:49:33	PICA - CONSULTORIO	0.012	0.011	0.008	213.2	176.2
403	25-10-2005	7:40:13	PISAGUA - RETEN	0.037	0.022	0.014	60.1	38.7
404	25-10-2005	7:40:22	POCONCHILE	0.020	0.025	0.017	107.3	97.2
405	25-10-2005	7:40:26	CHACALLUTA	0.012	0.015	0.011	125.6	117.1

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
406	27-10-2005	12:36:53	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.041	0.027	0.015	92.3	51.1
407	27-10-2005	12:36:56	POCONCHILE	0.020	0.016	0.011	98.7	62.1
408	03-11-2005	9:02:34	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.006	0.005	0.004	105.4	105.4
409	13-11-2005	23:18:38	POCONCHILE	0.022	0.030	0.015	138.9	82.9
410	13-11-2005	23:18:39	CHACALLUTA	0.009	0.015	0.008	157.9	112.2
411	17-11-2005	15:52:17	COPIAPO - HOSPITAL	0.010	0.010	0.005	553.1	537.8
412	17-11-2005	19:26:51	CALAMA - HOSPITAL	0.045	0.047	0.035	201.4	129.8
413	17-11-2005	19:27:15	PICA - CONSULTORIO	0.043	0.031	0.019	357.0	325.2
414	17-11-2005	19:27:15	MEJILLONES - HOSPITAL	0.024	0.029	0.019	304.4	265.1
415	17-11-2005	19:27:16	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.017	0.017	0.010	304.6	265.2
416	17-11-2005	19:27:20	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.011	0.016	0.008	308.1	269.5
417	17-11-2005	19:27:31	IQUIQUE - HOSPITAL	0.008	0.007	0.004	421.3	396.2
418	22-11-2005	22:42:27	CHILLAN	0.026	0.021	0.024	61.8	23.8
419	28-11-2005	12:57:51	COPIAPO - HOSPITAL	0.014	0.016	0.009	234.7	229.6
420	30-11-2005	11:59:13	COPIAPO - HOSPITAL	0.010	0.008	0.006	57.3	46.6
421	14-12-2005	7:52:43	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.010	0.009	0.005	226.6	221.2
422	27-12-2005	2:58:42	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.038	0.041	0.024	94.2	67.3
423	28-12-2005	12:22:02	PICA - CONSULTORIO	0.022	0.016	0.009	116.0	52.1
424	01-01-2006	7:36:32	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.029	0.045	0.031	88.9	64.6
425	01-01-2006	7:36:32	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.018	0.020	0.014	88.9	64.6
426	25-01-2006	5:20:22	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.018	0.020	0.016	75.8	69.6
427	25-01-2006	5:20:22	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.013	0.019	0.008	75.8	69.6
428	10-02-2006	14:02:15	VIÑA DEL MAR	0.015	0.025	0.008	60.2	50.1
429	10-02-2006	14:07:55	MAIPU - CRMS	0.012	0.010	0.005	130.1	126.1
430	10-02-2006	14:51:51	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.066	0.059	0.033	60.2	50.1
431	10-02-2006	14:51:51	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.041	0.038	0.018	60.2	50.1
432	19-02-2006	15:28:45	VIÑA DEL MAR	0.008	0.007	0.007	76.8	55.2
433	19-02-2006	16:17:16	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.008	0.003	142.6	132.8
434	19-02-2006	16:18:06	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.029	0.021	0.020	76.8	55.2
435	19-02-2006	16:18:06	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.013	0.019	0.008	76.8	55.2
436	01-03-2006	11:10:32	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.007	0.010	0.007	41.1	13.6
437	01-03-2006	11:10:33	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.004	0.006	0.003	41.1	13.6
438	01-03-2006	20:21:48	CHACALLUTA	0.014	0.012	0.016	155.7	89.5
439	01-03-2006	20:21:48	POCONCHILE	0.031	0.021	0.026	142.5	63.3
440	15-03-2006	8:06:15	PICA - CONSULTORIO	0.013	0.010	0.005	156.3	108.1
441	21-03-2006	4:49:05	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.022	0.018	0.016	65.5	36.8
442	21-03-2006	4:49:05	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.011	0.016	0.007	65.5	36.8
443	21-03-2006	4:59:57	VIÑA DEL MAR	0.009	0.009	0.004	65.5	36.8
444	27-03-2006	1:40:55	ALTO HOSPICIO	0.029	0.022	0.014	114.5	93.2
445	27-03-2006	5:23:59	PICA - CONSULTORIO	0.083	0.083	0.054	75.2	33.9
446	27-03-2006	5:24:02	IQUIQUE - HOSPITAL	0.012	0.010	0.007	120.7	100.8
447	29-03-2006	21:57:16	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.005	0.005	0.003	93.3	77.3
448	29-03-2006	21:57:16	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.007	0.007	0.005	93.3	77.3
449	09-04-2006	17:07:55	ALTO HOSPICIO	0.070	0.053	0.036	37.8	16.2
450	09-04-2006	20:50:44	IQUIQUE - HOSPITAL	0.031	0.030	0.016	39.9	20.4

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
451	09-04-2006	20:50:52	PISAGUA - RETEN	0.014	0.015	0.008	94.3	88.0
452	09-04-2006	20:50:52	PICA - CONSULTORIO	0.103	0.111	0.049	97.2	91.2
453	19-04-2006	13:47:25	COPIAPO - HOSPITAL	0.036	0.026	0.014	94.8	93.9
454	19-04-2006	23:39:45	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.029	0.034	0.018	64.4	38.8
455	19-04-2006	23:39:45	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.012	0.010	0.007	64.4	38.8
456	30-04-2006	6:30:14	COPIAPO - HOSPITAL	0.022	0.011	0.008	98.5	96.3
457	30-04-2006	15:16:01	COPIAPO - HOSPITAL	0.055	0.044	0.021	109.6	109.5
458	30-04-2006	15:16:40	VALLENAR	0.012	0.010	0.005	176.2	176.2
459	30-04-2006	15:20:00	COPIAPO - HOSPITAL	0.012	0.013	0.005	91.1	85.7
460	30-04-2006	15:25:10	COPIAPO - HOSPITAL	0.016	0.011	0.007	109.6	109.5
461	30-04-2006	16:11:17	COPIAPO - HOSPITAL	0.015	0.009	0.006	98.4	86.1
462	30-04-2006	17:39:43	COPIAPO - HOSPITAL	0.098	0.054	0.032	100.9	99.5
463	30-04-2006	17:40:18	VALLENAR	0.014	0.009	0.006	197.5	197.0
464	30-04-2006	19:03:24	COPIAPO - HOSPITAL	0.033	0.021	0.013	94.1	86.6
465	30-04-2006	21:34:41	COPIAPO - HOSPITAL	0.029	0.019	0.012	85.7	84.3
466	18-05-2006	14:26:26	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.015	0.012	0.009	73.5	72.5
467	18-05-2006	14:26:26	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.011	0.011	0.004	73.5	72.5
468	18-05-2006	20:22:10	VALLENAR	0.030	0.026	0.008	57.7	29.4
469	22-05-2006	8:04:05	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.009	0.008	0.008	57.6	49.8
470	22-05-2006	8:04:05	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.007	0.007	0.003	57.6	49.8
471	06-06-2006	13:57:51	PICA - CONSULTORIO	0.065	0.057	0.028	107.1	43.4
472	10-06-2006	19:38:58	IQUIQUE - HOSPITAL	0.008	0.012	0.007	126.2	103.2
473	17-06-2006	23:41:53	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.006	0.004	144.1	97.5
474	19-06-2006	22:13:54	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.096	0.118	0.056	45.9	18.6
475	19-06-2006	22:13:54	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.041	0.056	0.020	45.9	18.6
476	21-06-2006	14:54:39	PICA - CONSULTORIO	0.036	0.027	0.018	97.4	9.1
477	26-06-2006	2:07:36	CALAMA - HOSPITAL	0.026	0.031	0.017	122.2	41.5
478	27-06-2006	11:24:45	PICA - CONSULTORIO	0.021	0.024	0.010	165.8	115.3
479	27-06-2006	11:24:46	CALAMA - HOSPITAL	0.011	0.007	0.004	162.2	110.5
480	09-07-2006	16:37:10	IQUIQUE - HOSPITAL	0.005	0.007	0.003	77.6	77.1
481	16-07-2006	7:44:59	COPIAPO - HOSPITAL	0.010	0.010	0.008	269.2	268.2
482	16-07-2006	23:20:37	PICA - CONSULTORIO	0.025	0.030	0.018	125.2	60.0
483	16-07-2006	23:20:41	IQUIQUE - HOSPITAL	0.007	0.005	0.004	166.5	125.9
484	19-07-2006	18:11:30	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.018	0.013	0.013	79.6	73.7
485	19-07-2006	18:11:30	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.010	0.012	0.008	79.6	73.7
486	25-07-2006	2:17:27	PICA - CONSULTORIO	0.020	0.016	0.014	134.4	63.3
487	17-08-2006	13:33:09	CALAMA - HOSPITAL	0.007	0.008	0.005	153.3	131.4
488	24-08-2006	0:45:12	CALAMA - HOSPITAL	0.012	0.009	0.011	334.4	294.4
489	24-08-2006	0:45:32	MEJILLONES - HOSPITAL	0.013	0.011	0.012	396.6	365.2
490	24-08-2006	20:49:13	COPIAPO - HOSPITAL	0.012	0.011	0.006	457.6	432.8
491	31-08-2006	19:20:11	COPIAPO - HOSPITAL	0.018	0.013	0.011	186.6	169.4
492	31-08-2006	19:20:19	VALLENAR	0.022	0.018	0.007	87.6	35.7
493	09-09-2006	13:20:01	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.010	0.011	0.005	133.3	88.8
494	09-09-2006	13:28:50	VIÑA DEL MAR	0.008	0.007	0.017	137.6	95.1
495	09-09-2006	13:31:11	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.017	0.016	0.027	137.6	95.1

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
496	09-09-2006	13:31:11	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.011	0.012	0.009	137.6	95.1
497	12-09-2006	9:34:58	COPIAPO - HOSPITAL	0.012	0.015	0.012	239.2	206.2
498	12-09-2006	9:35:30	VALLENAR	0.014	0.019	0.007	205.8	165.8
499	07-10-2006	8:20:59	CALAMA - HOSPITAL	0.008	0.009	0.006	216.0	190.4
500	11-10-2006	14:21:29	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.013	0.014	0.003	29.2	12.7
501	12-10-2006	14:04:35	VIÑA DEL MAR	0.015	0.019	0.010	193.3	190.3
502	12-10-2006	14:04:43	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.005	0.006	0.003	255.4	253.5
503	12-10-2006	14:06:27	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	0.035	0.025	0.010	193.3	190.3
504	12-10-2006	14:06:27	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.037	0.029	0.014	193.3	190.3
505	13-10-2006	10:28:48	POCONCHILE	0.020	0.022	0.021	141.8	57.4
506	13-10-2006	10:28:50	CHACALLUTA	0.032	0.051	0.025	149.1	73.9
507	17-10-2006	4:02:29	PICA - CONSULTORIO	0.027	0.025	0.015	184.1	121.1
508	17-10-2006	4:02:36	CALAMA - HOSPITAL	0.011	0.008	0.006	225.3	179.0
509	17-10-2006	4:02:45	IQUIQUE - HOSPITAL	0.005	0.005	0.006	250.9	210.6
510	07-11-2006	13:25:52	PICA - CONSULTORIO	0.028	0.018	0.009	242.6	209.9
511	14-11-2006	22:22:19	CALAMA - HOSPITAL	0.008	0.011	0.007	162.1	128.4
512	20-11-2006	14:38:21	CHACALLUTA	0.137	0.142	0.091	82.3	67.2
513	20-11-2006	14:38:27	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.067	0.074	0.065	98.0	85.8
514	11-12-2006	20:39:51	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.011	0.020	0.009	46.4	39.2
515	18-01-2007	16:04:32	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.007	0.004	94.9	35.8
516	18-01-2007	16:07:14	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.007	0.007	0.005	120.8	83.2
517	07-02-2007	18:55:07	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.014	0.019	0.015	130.3	102.8
518	07-02-2007	18:55:07	CHACALLUTA	0.031	0.033	0.019	123.4	93.8
519	14-02-2007	10:30:46	ALTO HOSPICIO	0.042	0.043	0.031	121.2	66.9
520	14-02-2007	11:22:12	FUERTE BAQUEDANO	0.051	0.049	0.018	119.9	64.5
521	14-02-2007	14:21:47	PISAGUA - RETEN	0.029	0.029	0.021	102.3	12.4
522	14-02-2007	14:21:51	IQUIQUE - HOSPITAL	0.019	0.020	0.016	117.5	59.9
523	14-02-2007	14:22:01	PICA - CONSULTORIO	0.047	0.047	0.022	158.9	123.4
524	14-02-2007	14:22:04	POCONCHILE	0.015	0.013	0.013	169.3	136.3
525	19-02-2007	19:24:03	MEJILLONES - HOSPITAL	0.018	0.020	0.018	49.2	23.3
526	20-02-2007	13:34:15	COPIAPO - HOSPITAL	0.011	0.012	0.008	90.3	87.0
527	21-02-2007	1:45:26	COPIAPO - HOSPITAL	0.014	0.018	0.014	94.7	89.6
528	21-02-2007	22:55:43	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.016	0.023	0.010	106.1	97.3
529	26-02-2007	17:58:27	PICA - CONSULTORIO	0.025	0.019	0.015	107.8	10.3
530	02-03-2007	10:07:23	PUENTE AMOLANAS	0.073	0.089	0.030	48.9	36.1
531	06-03-2007	9:41:46	VALLENAR	0.021	0.016	0.007	67.4	48.5
532	10-03-2007	14:07:03	MEJILLONES - HOSPITAL	0.021	0.035	0.022	92.6	78.2
533	14-03-2007	21:34:02	PICA - CONSULTORIO	0.022	0.018	0.018	109.2	32.8
534	22-03-2007	16:37:25	VALLENAR	0.022	0.018	0.008	78.7	66.7
535	24-03-2007	15:24:12	ALTO HOSPICIO	0.048	0.043	0.028	60.4	53.8
536	24-03-2007	19:13:40	PISAGUA - RETEN	0.028	0.026	0.012	36.2	22.9
537	24-03-2007	19:13:44	IQUIQUE - HOSPITAL	0.019	0.022	0.013	54.1	46.4
538	24-03-2007	19:13:59	PICA - CONSULTORIO	0.016	0.014	0.011	119.1	116.1
539	24-03-2007	19:14:01	POCONCHILE	0.012	0.013	0.007	152.3	150.0
540	29-03-2007	13:09:03	PUENTE AMOLANAS	0.018	0.017	0.009	71.1	67.0

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
541	12-04-2007	2:59:10	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.009	0.017	0.008	165.8	110.2
542	12-04-2007	2:59:10	POCONCHILE	0.036	0.024	0.020	151.1	85.9
543	12-04-2007	11:35:08	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.013	0.007	0.007	44.7	35.3
544	22-04-2007	6:18:17	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.009	0.006	140.7	138.7
545	22-04-2007	6:21:55	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.090	0.085	0.037	77.7	73.5
546	22-04-2007	6:22:28	VIÑA DEL MAR	0.017	0.020	0.028	77.7	73.5
547	22-04-2007	8:33:46	MAIPU - CRMS	0.019	0.014	0.011	142.7	140.7
548	26-04-2007	8:24:48	COPIAPO - HOSPITAL	0.018	0.017	0.012	108.7	99.0
549	26-04-2007	8:26:43	VALLENAR	0.059	0.079	0.025	64.8	46.5
550	10-05-2007	1:31:32	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.054	0.052	0.032	76.7	49.6
551	10-05-2007	1:32:10	VIÑA DEL MAR	0.010	0.018	0.008	76.7	49.6
552	10-05-2007	12:51:50	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.007	0.003	146.8	103.7
553	14-06-2007	10:42:03	CALAMA - HOSPITAL	0.014	0.014	0.010	139.2	96.6
554	21-06-2007	5:55:18	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.010	0.008	0.006	153.9	147.8
555	28-06-2007	15:14:37	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.010	0.005	195.9	180.1
556	28-06-2007	15:25:27	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.042	0.034	0.025	142.2	118.4
557	28-06-2007	15:25:29	PUENTE AMOLANAS	0.049	0.044	0.018	118.9	88.0
558	28-06-2007	17:39:16	MAIPU - CRMS	0.013	0.014	0.008	199.0	183.5
559	11-07-2007	11:00:01	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.009	0.005	132.9	89.3
560	11-07-2007	11:12:38	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.013	0.015	0.010	146.9	109.3
561	12-07-2007	16:47:37	PUENTE AMOLANAS	0.014	0.015	0.007	79.2	48.5
562	21-07-2007	11:51:27	COPIAPO - HOSPITAL	0.009	0.010	0.007	690.6	646.2
563	21-07-2007	15:35:53	PICA - CONSULTORIO	0.016	0.012	0.009	492.1	413.4
564	02-08-2007	22:12:28	CALAMA - HOSPITAL	0.008	0.005	0.003	151.3	122.3
565	08-08-2007	10:14:19	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.025	0.026	0.014	71.4	64.1
566	08-08-2007	10:16:04	VIÑA DEL MAR	0.009	0.015	0.010	71.4	64.1
567	04-09-2007	6:20:23	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.008	0.013	0.007	45.9	30.2
568	30-09-2007	14:40:30	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.007	0.004	103.0	50.8
569	08-10-2007	12:26:39	VIÑA DEL MAR	0.009	0.013	0.009	57.0	44.8
570	08-10-2007	12:30:14	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.029	0.033	0.021	57.0	44.8
571	25-10-2007	4:53:58	ALTO HOSPICIO	0.023	0.024	0.014	192.5	147.1
572	25-10-2007	5:43:17	FUERTE BAQUEDANO	0.010	0.021	0.007	171.8	118.1
573	25-10-2007	8:35:19	PICA - CONSULTORIO	0.076	0.060	0.038	140.7	63.7
574	25-10-2007	8:35:27	IQUIQUE - HOSPITAL	0.009	0.010	0.004	196.9	152.9
575	25-10-2007	11:22:47	VALLENAR	0.031	0.037	0.012	69.6	53.2
576	30-10-2007	17:58:06	PICA - CONSULTORIO	0.020	0.015	0.011	114.2	22.2
577	30-10-2007	17:58:10	IQUIQUE - HOSPITAL	0.005	0.007	0.004	142.5	88.8
578	11-11-2007	19:47:10	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.003	0.004	102.3	29.4
579	14-11-2007	0:00:00	PUERTO PATACHE	0.081	0.077	0.061	212.8	209.7
580	14-11-2007	0:00:00	EL LOA	0.328	0.260	0.143	146.9	142.0
581	14-11-2007	0:00:00	TOCOPILLA - GOBERNACION	0.593	0.501	0.573	77.3	66.9
582	14-11-2007	12:01:00	COPIAPO - HOSPITAL	0.030	0.053	0.012	519.1	519.3
583	14-11-2007	12:36:34	ALTO HOSPICIO	0.089	0.081	0.066	271.1	269.0
584	14-11-2007	12:37:21	FUERTE BAQUEDANO	0.090	0.067	0.041	290.5	288.7
585	14-11-2007	12:40:19	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.112	0.084	0.064	273.9	271.9

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
586	14-11-2007	12:40:19	TOCOPILLA - SOQUIMICH	0.337	0.349	0.161	77.4	67.0
587	14-11-2007	12:40:46	SAN PEDRO DE ATACAMA	0.067	0.058	0.042	211.1	208.1
588	14-11-2007	15:40:10	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.393	0.334	0.169	76.0	65.4
589	14-11-2007	15:40:18	MEJILLONES - HOSPITAL	0.419	0.413	0.341	64.4	51.5
590	14-11-2007	15:40:21	CALAMA - HOSPITAL	0.092	0.093	0.071	139.7	134.5
591	14-11-2007	15:40:36	PICA - CONSULTORIO	0.203	0.179	0.105	263.5	261.3
592	14-11-2007	15:40:44	IQUIQUE - HOSPITAL	0.069	0.050	0.034	277.8	275.8
593	14-11-2007	15:41:24	PISAGUA - RETEN	0.013	0.018	0.012	345.5	344.2
594	14-11-2007	15:41:54	POCONCHILE	0.021	0.022	0.014	472.2	471.9
595	14-11-2007	23:40:41	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.101	0.125	0.060	118.0	111.9
596	15-11-2007	12:06:36	SAN PEDRO DE ATACAMA	0.010	0.012	0.009	241.2	238.5
597	15-11-2007	15:03:07	CALAMA - HOSPITAL	0.009	0.008	0.008	176.3	172.5
598	15-11-2007	15:05:15	MEJILLONES - HOSPITAL	0.057	0.065	0.060	42.3	17.1
599	15-11-2007	15:05:57	CALAMA - HOSPITAL	0.010	0.012	0.008	182.9	179.0
600	15-11-2007	15:06:04	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.011	0.018	0.010	124.3	117.9
601	15-11-2007	15:07:24	MEJILLONES - HOSPITAL	0.083	0.116	0.077	41.0	7.8
602	15-11-2007	23:03:17	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.013	0.014	0.008	89.0	80.5
603	15-11-2007	23:06:07	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.015	0.011	0.008	74.3	62.7
604	17-11-2007	3:07:24	MEJILLONES - HOSPITAL	0.027	0.043	0.064	38.7	17.5
605	17-11-2007	17:53:52	MEJILLONES - HOSPITAL	0.037	0.036	0.036	56.8	47.0
606	18-11-2007	1:54:41	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.012	0.006	0.004	94.4	89.1
607	18-11-2007	7:02:39	POCONCHILE	0.057	0.070	0.046	117.4	64.4
608	18-11-2007	7:02:43	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.014	0.015	0.011	132.7	89.8
609	18-11-2007	7:02:45	CHACALLUTA	0.033	0.041	0.014	134.9	92.9
610	18-11-2007	12:14:55	MEJILLONES - HOSPITAL	0.036	0.031	0.024	40.9	26.8
611	18-11-2007	12:15:45	CALAMA - HOSPITAL	0.004	0.006	0.003	196.3	194.2
612	19-11-2007	20:25:02	MEJILLONES - PUERTO	0.015	0.018	0.021	57.8	45.2
613	19-11-2007	21:45:35	MEJILLONES - PUERTO	0.050	0.039	0.037	45.4	28.1
614	19-11-2007	23:30:27	MEJILLONES - HOSPITAL	0.022	0.015	0.017	56.3	43.2
615	19-11-2007	23:30:36	CALAMA - HOSPITAL	0.004	0.005	0.002	188.9	185.9
616	20-11-2007	0:51:03	MEJILLONES - HOSPITAL	0.021	0.028	0.017	48.9	33.5
617	20-11-2007	14:55:21	MEJILLONES - PUERTO	0.052	0.028	0.022	61.0	48.1
618	20-11-2007	17:55:10	MEJILLONES - HOSPITAL	0.042	0.036	0.032	57.3	43.3
619	20-11-2007	17:55:58	CALAMA - HOSPITAL	0.005	0.008	0.004	205.3	202.3
620	24-11-2007	2:01:51	SAN PEDRO DE ATACAMA	0.018	0.018	0.015	156.0	126.6
621	24-11-2007	2:02:12	ANTOFAGASTA - HOSPITAL	0.011	0.015	0.008	167.7	141.1
622	24-11-2007	2:02:17	MEJILLONES - PUERTO	0.011	0.014	0.009	183.7	160.0
623	24-11-2007	5:02:01	CALAMA - HOSPITAL	0.008	0.007	0.007	172.0	146.1
624	27-11-2007	0:33:42	MEJILLONES - EDELNOR	0.011	0.016	0.010	39.2	3.3
625	27-11-2007	0:34:03	MEJILLONES - PUERTO	0.039	0.030	0.017	39.5	5.9
626	04-12-2007	19:56:57	CHACALLUTA	0.021	0.035	0.016	98.4	87.0
627	04-12-2007	19:56:57	POCONCHILE	0.015	0.017	0.014	111.0	101.2
628	06-12-2007	1:11:07	MEJILLONES - HOSPITAL	0.014	0.012	0.009	64.2	55.0
629	13-12-2007	2:19:51	MEJILLONES - PUERTO	0.012	0.016	0.018	58.4	45.1
630	13-12-2007	2:20:14	MEJILLONES - EDELNOR	0.007	0.009	0.014	56.1	42.1

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
631	13-12-2007	4:18:02	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.012	0.009	0.006	72.9	63.0
632	13-12-2007	4:23:08	MEJILLONES - EDELNOR	0.033	0.036	0.026	59.2	40.6
633	13-12-2007	4:23:08	MEJILLONES - PUERTO	0.047	0.061	0.032	61.2	43.6
634	13-12-2007	4:23:17	ANTOFAGASTA - HOSPITAL	0.023	0.016	0.011	64.6	48.4
635	13-12-2007	4:23:23	MICHILLA	0.010	0.014	0.007	89.9	79.1
636	13-12-2007	4:24:20	SAN PEDRO DE ATACAMA	0.012	0.011	0.008	266.2	263.5
637	13-12-2007	5:19:55	MEJILLONES - HOSPITAL	0.013	0.009	0.011	53.3	38.2
638	13-12-2007	7:22:58	MEJILLONES - HOSPITAL	0.030	0.034	0.035	56.6	36.7
639	15-12-2007	0:00:00	VALPARAISO - ALMENDRAL	0.111	0.061	0.058	53.9	30.0
640	15-12-2007	8:19:46	MEJILLONES - PUERTO	0.024	0.019	0.016	40.3	12.9
641	15-12-2007	8:19:48	MEJILLONES - EDELNOR	0.011	0.015	0.007	39.5	9.9
642	15-12-2007	11:19:46	MEJILLONES - HOSPITAL	0.008	0.018	0.009	38.7	6.0
643	15-12-2007	14:19:35	VIÑA DEL MAR	0.054	0.095	0.032	56.6	34.6
644	15-12-2007	14:24:44	PUENTE ALTO - HOSPITAL SOTERO DEL RIO	0.011	0.019	0.011	144.6	138.0
645	15-12-2007	15:15:31	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.009	0.008	0.006	131.0	123.6
646	15-12-2007	15:17:43	PUENTE ALTO - HOSPITAL SOTERO DEL RIO	0.012	0.011	0.007	144.6	138.0
647	15-12-2007	15:22:17	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.104	0.111	0.057	56.6	34.6
648	16-12-2007	5:03:37	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	0.050	0.048	0.023	94.5	85.0
649	16-12-2007	5:06:57	COPIAPO - HOSPITAL	0.013	0.016	0.004	491.2	491.1
650	16-12-2007	5:08:45	MEJILLONES - PUERTO	0.465	0.394	0.239	49.0	25.4
651	16-12-2007	5:08:46	MEJILLONES - EDELNOR	0.096	0.180	0.134	50.6	28.4
652	16-12-2007	5:08:46	MICHILLA	0.177	0.153	0.077	50.1	27.3
653	16-12-2007	5:08:51	ANTOFAGASTA - HOSPITAL	0.207	0.173	0.084	83.3	72.2
654	16-12-2007	5:08:55	TOCOPILLA - SOQUIMICH	0.051	0.076	0.042	104.0	95.4
655	16-12-2007	5:09:16	SAN PEDRO DE ATACAMA	0.026	0.031	0.020	206.6	202.9
656	16-12-2007	5:10:03	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.014	0.015	0.011	302.2	300.1
657	16-12-2007	8:08:37	MEJILLONES - HOSPITAL	0.073	0.124	0.141	52.9	32.3
658	16-12-2007	8:08:54	CALAMA - HOSPITAL	0.028	0.044	0.021	145.1	139.3
659	16-12-2007	8:08:55	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.042	0.049	0.038	102.6	93.9
660	16-12-2007	8:09:46	PICA - CONSULTORIO	0.030	0.024	0.010	289.1	286.9
661	16-12-2007	8:09:55	IQUIQUE - HOSPITAL	0.007	0.007	0.004	306.1	304.1
662	16-12-2007	12:53:07	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.010	0.006	0.007	43.7	36.0
663	17-12-2007	3:29:47	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.009	0.008	0.007	48.6	47.0
664	17-12-2007	6:19:13	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.014	0.019	0.006	96.4	74.0
665	17-12-2007	6:21:38	PUENTE ALTO - HOSPITAL SOTERO DEL RIO	0.013	0.010	0.008	109.4	90.3
666	17-12-2007	6:26:27	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.030	0.031	0.035	76.8	44.9
667	19-12-2007	23:04:11	VIÑA DEL MAR	0.033	0.039	0.018	54.3	45.3
668	19-12-2007	23:19:19	VIÑA DEL MAR	0.018	0.020	0.015	48.9	44.3
669	20-12-2007	0:06:47	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.031	0.039	0.027	54.3	45.3
670	20-12-2007	0:18:03	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.011	0.011	0.007	48.9	44.3
671	20-12-2007	0:21:59	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.039	0.024	0.017	56.4	48.2
672	25-12-2007	9:15:31	MEJILLONES - PUERTO	0.015	0.014	0.012	61.4	22.6
673	25-12-2007	9:15:50	MEJILLONES - EDELNOR	0.012	0.017	0.015	62.6	25.6
674	25-12-2007	9:15:50	MICHILLA	0.014	0.019	0.009	63.4	27.3
675	25-12-2007	13:17:58	ALTO HOSPICIO	0.017	0.019	0.012	153.8	109.0

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
676	25-12-2007	13:20:50	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.023	0.020	0.015	153.5	108.6
677	25-12-2007	16:20:39	PICA - CONSULTORIO	0.038	0.035	0.022	146.8	98.7
678	25-12-2007	16:21:02	IQUIQUE - HOSPITAL	0.008	0.008	0.005	152.7	107.5
679	25-12-2007	16:21:02	POCONCHILE	0.031	0.022	0.022	184.4	149.4
680	25-12-2007	16:21:08	CHACALLUTA	0.012	0.020	0.008	206.5	176.3
681	26-12-2007	23:40:58	CALAMA - HOSPITAL	0.026	0.017	0.013	111.0	31.2
682	29-12-2007	11:04:11	ALTO HOSPICIO	0.017	0.017	0.012	46.1	28.9
683	02-01-2008	5:41:59	MEJILLONES - EDELNOR	0.006	0.011	0.009	41.3	18.3
684	02-01-2008	5:41:59	MEJILLONES - PUERTO	0.024	0.024	0.010	42.7	21.2
685	02-01-2008	8:42:17	MEJILLONES - HOSPITAL	0.011	0.013	0.009	39.8	14.5
686	04-01-2008	1:26:28	PICA - CONSULTORIO	0.016	0.014	0.008	187.5	147.1
687	05-01-2008	4:29:20	SAN PEDRO DE ATACAMA	0.026	0.024	0.015	110.2	48.9
688	05-01-2008	4:29:49	MEJILLONES - PUERTO	0.011	0.006	0.004	200.5	175.8
689	05-01-2008	7:28:59	CALAMA - HOSPITAL	0.030	0.019	0.023	114.3	57.5
690	07-01-2008	15:43:02	PUERTO AYSEN	0.004	0.004	0.003	29.0	28.4
691	14-01-2008	18:21:13	VALLENAR	0.012	0.007	0.004	166.5	100.7
692	18-01-2008	3:57:13	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.016	0.012	0.010	53.3	51.2
693	22-01-2008	0:00:00	PUERTO PATACHE	0.012	0.012	0.006	106.9	95.3
694	22-01-2008	6:07:06	ALTO HOSPICIO	0.096	0.066	0.074	60.9	35.8
695	22-01-2008	6:07:10	FUERTE BAQUEDANO	0.041	0.054	0.022	64.5	41.6
696	22-01-2008	6:09:19	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.128	0.176	0.113	59.2	32.9
697	22-01-2008	9:08:54	PISAGUA - RETEN	0.046	0.065	0.025	64.4	41.4
698	22-01-2008	9:09:15	IQUIQUE - HOSPITAL	0.061	0.045	0.046	57.2	29.1
699	22-01-2008	9:09:33	PICA - CONSULTORIO	0.037	0.044	0.027	111.4	100.3
700	30-01-2008	21:07:43	ALTO HOSPICIO	0.034	0.025	0.022	49.7	18.8
701	30-01-2008	21:09:38	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.032	0.037	0.023	50.8	21.4
702	31-01-2008	0:09:36	IQUIQUE - HOSPITAL	0.015	0.015	0.009	52.5	25.4
703	04-02-2008	0:00:00	PUERTO PATACHE	0.019	0.029	0.014	74.9	59.7
704	04-02-2008	13:59:31	FUERTE BAQUEDANO	0.074	0.075	0.055	72.0	55.9
705	04-02-2008	13:59:34	ALTO HOSPICIO	0.284	0.218	0.192	48.8	17.3
706	04-02-2008	14:01:21	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.255	0.140	0.163	48.1	15.4
707	04-02-2008	17:00:47	IQUIQUE - HOSPITAL	0.044	0.061	0.054	48.0	14.9
708	04-02-2008	17:00:57	PICA - CONSULTORIO	0.093	0.074	0.044	110.0	100.5
709	04-02-2008	17:01:03	PISAGUA - RETEN	0.032	0.043	0.022	88.0	75.5
710	04-02-2008	17:01:35	POCONCHILE	0.025	0.016	0.013	208.3	203.9
711	04-02-2008	17:01:39	CHACALLUTA	0.021	0.032	0.016	222.2	218.1
712	16-02-2008	11:45:26	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.023	0.017	0.011	238.6	201.9
713	16-02-2008	14:44:49	PICA - CONSULTORIO	0.032	0.029	0.016	181.7	127.9
714	16-02-2008	14:45:02	CALAMA - HOSPITAL	0.015	0.012	0.011	171.4	113.0
715	17-02-2008	14:48:56	CHACALLUTA	0.009	0.014	0.007	407.8	390.3
716	01-03-2008	16:50:54	FUERTE BAQUEDANO	0.016	0.035	0.009	70.2	55.0
717	01-03-2008	16:51:05	ALTO HOSPICIO	0.137	0.077	0.053	47.2	17.7
718	01-03-2008	16:51:51	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.110	0.096	0.047	47.9	19.4
719	01-03-2008	19:51:47	IQUIQUE - HOSPITAL	0.039	0.061	0.024	49.3	22.7
720	01-03-2008	19:52:01	PICA - CONSULTORIO	0.091	0.090	0.056	99.5	89.7

Tabla A2: Registros de la base de datos (cont.)

N°	Fecha	Hora	Estación	Aceleraciones máximas [g]			Distancia [km]	
				N-S	E-W	V	Hipocentral	Epicentral
721	07-03-2008	22:34:42	CHACALLUTA	0.033	0.027	0.014	118.0	84.5
722	07-03-2008	22:35:08	POCONCHILE	0.031	0.039	0.022	136.6	109.4
723	10-03-2008	2:05:59	MICHILLA	0.015	0.022	0.011	48.8	29.6
724	10-03-2008	6:42:00	COPIAPO - HOSPITAL	0.015	0.014	0.015	178.9	129.0
725	10-03-2008	6:42:35	VALLENAR	0.019	0.012	0.006	165.3	109.3
726	24-03-2008	0:00:00	PUERTO PATACHE	0.016	0.015	0.010	164.7	109.9
727	24-03-2008	17:38:47	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.060	0.051	0.051	146.6	79.6
728	24-03-2008	17:38:52	FUERTE BAQUEDANO	0.057	0.057	0.039	130.4	41.6
729	24-03-2008	17:39:11	ALTO HOSPICIO	0.068	0.071	0.050	145.6	77.6
730	24-03-2008	20:38:35	PICA - CONSULTORIO	0.300	0.254	0.143	127.7	32.3
731	24-03-2008	20:38:37	IQUIQUE - HOSPITAL	0.023	0.035	0.022	147.6	81.3
732	24-03-2008	20:38:56	PISAGUA - RETEN	0.037	0.030	0.017	166.2	111.9
733	24-03-2008	20:39:14	POCONCHILE	0.026	0.020	0.018	240.9	208.5
734	24-03-2008	20:39:19	ARICA - CERRO LA CRUZ	0.013	0.016	0.010	246.5	215.1
735	24-03-2008	20:39:19	CHACALLUTA	0.020	0.021	0.012	261.8	232.8
736	24-03-2008	20:39:24	CALAMA - HOSPITAL	0.019	0.012	0.009	280.9	254.9
737	28-03-2008	22:34:20	PUERTO CISNE	0.004	0.002	0.001	153.3	151.1
738	07-04-2008	14:39:13	VALLENAR	0.010	0.011	0.006	109.5	100.0
739	17-04-2008	7:24:43	POCONCHILE	0.016	0.012	0.014	136.2	39.1
740	17-04-2008	7:24:50	CHACALLUTA	0.021	0.012	0.011	146.2	66.4
741	23-04-2008	3:03:52	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.008	0.007	0.004	145.1	102.4
742	08-05-2008	0:27:27	CALAMA - HOSPITAL	0.009	0.009	0.005	122.4	53.3
743	23-05-2008	16:46:09	SAN PEDRO DE ATACAMA	0.016	0.013	0.010	118.4	63.8
744	23-05-2008	20:46:19	CALAMA - HOSPITAL	0.020	0.024	0.017	109.7	45.3
745	13-06-2008	23:31:29	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.010	0.012	0.004	100.0	26.0
746	13-06-2008	23:43:43	PUENTE ALTO - HOSPITAL SOTERO DEL RIO	0.015	0.011	0.007	97.0	9.8
747	16-06-2008	16:58:47	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	0.006	0.007	0.004	130.3	122.6
748	16-06-2008	17:02:30	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.040	0.028	0.021	86.9	74.4
749	08-07-2008	5:14:22	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	0.012	0.009	0.009	471.7	468.0
750	08-07-2008	9:13:01	CHACALLUTA	0.019	0.020	0.014	293.1	283.8

**ANEXO B: CLASIFICACIÓN SEGÚN TIPO DE SUELO DE LAS
ESTACIONES DE REGISTRO.**

En este anexo se incluyen los principales antecedentes utilizados en la clasificación del suelo de cada estación de registro. Ésta se realizó de acuerdo a la Norma Chilena de Diseño Sísmico de Edificios (Ref. 23), la que establece cuatro categorías.

En la Tabla B1 se muestra información del tipo de suelo de las estaciones, proveniente de diversas fuentes y que consiste en:

- Clasificación genérica principalmente de las estaciones que registraron el sismo del 03 de Marzo de 1985, reportada por Medina (Ref 21).
- Clasificación según la NCh 433 por diversos autores (Riddell, Castro, Vant Sint Jan), reportada por Ruiz, 2002 (Ref. 29).
- Clasificación según la NCh 433 y según las disposiciones del NEHRP (Ref. 4). También se agrega la velocidad media de ondas de corte V_s sobre los 30 m.

Por otra parte, en este estudio se realizó un análisis de los registros de aceleraciones de cada estación de modo de clasificar los suelos de acuerdo a lo siguiente:

- a) La forma del espectro de respuesta de aceleraciones normalizado (SA/PGA).
- b) El período natural del suelo, estimado usando el criterio del cociente entre los espectros de respuesta horizontal y vertical (H/V).

En la Tabla B2 se presenta un resumen con la clasificación obtenida a partir de los registros de aceleraciones mediante el procedimiento mencionado.

La clasificación definitiva utilizada en este trabajo se puede encontrar en la sección 3.3, Tabla 7.

Tabla B1: Clasificación de los suelos de las estaciones de registro reportada por diversas fuentes.

N°	Nombre Estación	Medina (1998)	Riddell (1992)	Van Sint-Jan (1993)	Castro (1992)	Ref. 4 (2008)	
						Vs (30)	NEHRP
		Clasificación Genética	NCh433	NCh433	NCh433		NCh433
1	ALTO HOSPICIO	-	-	-	-	-	-
2	ANGOL - HOSPITAL	-	-	-	-	-	-
3	ANTOFAGASTA - HOSPITAL	-	-	-	-	-	-
4	ANTOFAGASTA - UCN	ROCA	-	-	-	-	-
5	ARICA - CEMENTERIO	SEDIMENTOS	-	-	-	432	C II
6	ARICA - CERRO LA CRUZ	-	-	-	-	1132	B I
7	ARICA - COSTANERA	ROCA VOLCANICA / SEDIMENTOS	-	-	-	389	C II
8	CALAMA - HOSPITAL	-	-	-	-	-	B I
9	CALDERA	-	-	-	-	-	-
10	CAUQUENES	ALUVIONAL / GRAVA DENSA	II	II	III	648	C/D II
11	CHACALLUTA	-	-	-	-	-	-
12	CHILLÁN	ALUVIONAL / GRAVA DENSA / SEDIMENTO ALUVIONAL BLANDO	II	II	IV	568	D II
13	COLBÚN	ROCA VOLCANICA	-	-	-	-	D III
14	CONCEPCIÓN	ARENA	-	-	-	-	-
15	CONSTITUCIÓN	ROCA GRANÍTICA / ARENA DENSIDAD MEDIA	III	III	III	595	D III
16	COPIAPÓ - HOSPITAL	-	-	-	-	-	-
17	CURICÓ - HOSPITAL	-	-	-	-	-	-
18	CUYA - MUNICIPALIDAD	-	-	-	-	-	C II
19	EL COLORADO	-	-	-	-	-	-
20	EL LOA	-	-	-	-	-	B I
21	FUERTE BAQUEDANO	-	-	-	-	-	-
22	HUALAÑE	ALUVIONAL / GRAVA DENSA	II	II	II	527	C/D II
23	HUARA	-	-	-	-	-	-
24	ILLAPEL	GRAVA DENSA / ALUVIONAL BLANDO	II	II	II	613	C II
25	ILOCA	ARENA ALUVIONAL / ARENA DENSA	II	II	II	555	C/D II
26	IQUIQUE - ESCUELA	-	-	-	-	-	-
27	IQUIQUE - HOSPITAL	-	-	-	-	-	B I
28	IQUIQUE - IDIEM	ROCA / ALUVIONAL	-	-	-	-	C II
29	IQUIQUE - INP	ROCA / ALUVIONAL	-	-	-	-	C II
30	LA LIGUA	SEDIMENTO FLUVIAL / GRAVA DENSA	II	II	II	620	C II
31	LA SERENA	-	-	-	-	-	-
32	LAS TORTOLAS	ROCAS DESCOMPUESTAS	-	-	-	-	-

Tabla B1: Clasificación de los suelos de las estaciones de registro reportada por diversas fuentes (cont.)

N°	Nombre Estación	Medina (1998)	Riddell (1992)	Van Sint-Jan (1993)	Castro (1992)	Ref. 4 (2008)		
						Vs (30)	NEHRP	
		Clasificación Genérica	NCh433	NCh433	NCh433	NEHRP	NCh433	
33	LLAY LLAY	SEDIMENTO FLUVIAL BLANDO / GRAVA Y LIMO BLANDO	III	III	III	610	D	III
34	LLOLLEO	ROCA VOLCANICA Y ARENAS / ARENA DENSA	II	II	II	305	C/D	III
35	LOS VILOS	ROCA SEDIMENTARIA	I	I	II	1215	B	I
36	MAIPU - CRMS	-	-	-	-	-	-	-
37	MEJILLONES - EDELNOR	-	-	-	-	-	-	-
38	MEJILLONES - HOSPITAL	-	-	-	-	-	-	-
39	MEJILLONES - PUERTO	-	-	-	-	-	D	III
40	MELIPILLA	ALUVIONAL GRAVA DENSA / ROCA GRANITICA / ARENA DENSA	II	II	II	724	C	II
41	MICHILLA	-	-	-	-	-	-	-
42	PAPUDO	ROCA Y ARENA / ROCA MAICILLO / ARCILLA CONSOLIDADA / GRANITO	I	I	II	517	C/D	II
43	PEHUENCHE	-	-	-	-	-	-	-
44	PELDEHUE	ROCA VOLCANICA / ALUVIONAL	-	-	-	-	-	-
45	PICA - CONSULTORIO	-	-	-	-	-	C	II
46	PICHILEMU	ROCA METAMORFICA / GRAVA FIRME / ARENA / PIZARRAS, CALIZAS, ARENIZCAS	-	I	I	623	C	II
47	PISAGUA - RETEN	-	-	-	-	-	B	I
48	POCONCHILE	-	-	-	-	-	C	II
49	PROVIDENCIA - H. SALVADOR	-	-	-	-	-	-	-
50	PUENTE ALTO - H. SÓTERO DEL RÍO	-	-	-	-	-	-	-
51	PUENTE AMOLANAS	-	-	-	-	-	-	-
52	PUERTO AYSÉN	-	-	-	-	-	-	-
53	PUERTO CISNE	-	-	-	-	-	-	-
54	PUERTO PATACHE	-	-	-	-	-	-	-
55	PUTRE - RETEN	-	-	-	-	-	C	II
56	QUINTA NORMAL - H. FÉLIX BULNES	-	-	-	-	-	-	-
57	QUINTAY	ROCA INTRUSIVA	I	I	I	595	C	II
58	RANGAGUA - HOSPITAL	-	-	-	-	-	-	-
59	RAPEL	SEDIMENTOS / ROCA GRANITICA	I	I	I	3010	A	I
60	SALADILLO	ROCA	-	-	-	-	-	-
61	SAN FELIPE	SEDIMENTO FLUVIAL BLANDO / GRAVA DENSA	-	II	-	502	C	II
62	SAN FERNANDO	SEDIMENTO FLUVIAL / ARCILLA / GRAVA DENSA	-	II	-	543	C/D	II
63	SAN ISIDRO - SAN PEDRO	SEDIMENTO ALUVIONAL	-	-	-	789	C	II
64	SAN PEDRO DE ATACAMA	-	-	-	-	-	-	-

Tabla B1: Clasificación de los suelos de las estaciones de registro reportada por diversas fuentes (cont.)

N °	Nombre Estación	Medina (1998)		Riddell (1992)	Van Sint-Jan (1993)	Castro (1992)	Ref. 4 (2008)		
		Clasificación Genérica					Vs (30)	NEHRP	NCh433
65	SANTIAGO - ENDESA	ALUVIONAL / GRAVA FIRME		-	-	-	513	C	II
66	SANTIAGO - INGENIERIA	ALUVIONAL. RELLENO 250 m / GRAVA FIRME		-	-	-	-	-	-
67	SANTIAGO - METRO LINEA 5	-		-	-	-	-	-	-
68	SANTIAGO - SANTA LUCIA	ROCA		-	-	-	-	-	-
69	TALAGANTE - HOSPITAL	-		-	-	-	-	-	-
70	TALCA	ALUVIONAL BLANDO / GRAVA DENSA		II	II	II	598	C	II
71	TALTAL	ROCA ANDESITICA / ALUVIONAL		-	-	-	-	-	-
72	TOCOPILLA - CONSULTORIO	-		-	-	-	-	-	-
73	TOCOPILLA - GOBERNACIÓN	-		-	-	-	-	-	-
74	TOCOPILLA - SOQUIMICH	-		-	-	-	-	B	I
75	VALDIVIA - HOSPITAL	-		-	-	-	-	-	-
76	VALLENAR	-		-	-	-	-	-	-
77	VALPARAISO - ALMENDRAL	RELLENO ARENA, ROCA A 56 m		III	III	III	360	D	III
78	VALPARAISO - UTFSM	ROCA VOLCANICA / RELLENO		I	I	I	1421	B	I
79	VENTANAS	ALUVIONAL / ARENA SUELTA		-	III	-	331	D	III
80	VIÑA DEL MAR	ARENA / ROCA VOLCANICA		III	III	II	273	D	III
81	VIÑA - P. MARGA-MARGA 1	-		-	-	-	-	-	-
82	VIÑA - P. MARGA-MARGA 2	-		-	-	-	-	-	-
83	ZAPALLAR	ROCA GRANITICA / ARCILLA CONSOLIDADA		I	I	II	605	C	II

Tabla B2: Resumen de la clasificación de las estaciones según tipo de suelo generada a partir de los registros de aceleraciones.

N °	Nombre Estación	Período natural estimado T_0 [s]	Clasificación NCh433	Observaciones
1	ALTO HOSPICIO	~0.16	I	
2	ANGOL - HOSPITAL	~0.25	II	
3	ANTOFAGASTA - HOSPITAL	~0.19	I	
4	ANTOFAGASTA – U. C. N.	-	I-II	Clasificado debido a la forma de los espectros de respuesta.
5	ARICA - CEMENTERIO	~0.30	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
6	ARICA - CERRO LA CRUZ	~0.35	II	
7	ARICA - COSTANERA	-	-	No es posible concluir a partir de los resultados.
8	CALAMA - HOSPITAL	~0.25	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
9	CALDERA	-	-	Sin registros de aceleraciones.
10	CAUQUENES	~0.40	II	
11	CHACALLUTA	~0.40	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
12	CHILLÁN	~0.35	II	Peak escogido para mantener consistencia con la clasificación de Riddel y Van Sint Jan.
13	COLBÚN	-	-	Sólo registros de PGA.
14	CONCEPCIÓN	~0.58	III	
15	CONSTITUCIÓN	~1.00	III	
16	COPIAPÓ - HOSPITAL	~0.35	II	
17	CURICÓ - HOSPITAL	~0.25	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
18	CUYA - MUNICIPALIDAD	~0.22	II	
19	EL COLORADO	-	-	Sólo registros de PGA.
20	EL LOA	~0.22	II	
21	FUERTE BAQUEDANO	~0.35	II	
22	HUALAÑE	~0.35	II	
23	HUARA	-	-	Sin registro de aceleraciones.
24	ILLAPEL	~0.22	II	
25	ILOCA	~0.36	II	
26	IQUIQUE - ESCUELA PÚBLICA CHIPANA	~0.50	II	
27	IQUIQUE - HOSPITAL	~0.40	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
28	IQUIQUE - IDIEM	~0.25	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
29	IQUIQUE - INP	~0.53	III	
30	LA LIGUA	~0.40	II	
31	LA SERENA - UNIVERSIDAD	~0.30	II	
32	LAS TORTOLAS	~0.25	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
33	LLAY LLAY	~0.75	III	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.

Tabla B2: Resumen de la clasificación de las estaciones según tipo de suelo generada a partir de los registros de aceleraciones (cont.)

N °	Nombre Estación	Período natural estimado T_0 [s]	Clasificación NCh433	Observaciones
34	LLOLLEO	0.40-0.65	II-III	
35	LOS VILOS	~0.27	II	
36	MAIPU - CRMS	~0.36	II	
37	MEJILLONES - EDELNOR	~0.49	II	
38	MEJILLONES - HOSPITAL	~0.35	II	
39	MEJILLONES - PUERTO	-	-	No es posible concluir a partir de los resultados.
40	MELIPILLA	~0.35	II	
41	MICHILLA	~0.09	I	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
42	PAPUDO	~0.30	II	
43	PEHUENCHE	-	-	Sólo registros de PGA.
44	PELDEHUE	-	-	Sólo registros de PGA.
45	PICA - CONSULTORIO	~0.25	II	
46	PICHILEMU	-	-	No es posible concluir a partir de los resultados.
47	PISAGUA - RETEN	~0.07	I	
48	POCONCHILE	-	I-II	Clasificado debido a la forma de los espectros de respuesta.
49	PROVIDENCIA - HOSPITAL SALVADOR	~0.09	I	
50	PUENTE ALTO - HOSPITAL SÓTERO DEL RÍO	~0.37	II	
51	PUENTE AMOLANAS	~0.30	II	
52	PUERTO AYSÉN	~0.30	II	
53	PUERTO CISNE	~0.15	I	
54	PUERTO PATACHE	~0.34	II	
55	PUTRE - RETEN	~0.22	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
56	QUINTA NORMAL - HOSPITAL FÉLIX BULNES	~0.26	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
57	QUINTAY	0.50-0.66	II-III	
58	RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	~0.09	I	
59	RAPEL	~0.09	I	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
60	SALADILLO	-	-	Sólo registros de PGA.
61	SAN FELIPE	0.12-0.38	I-II	
62	SAN FERNANDO	0.22-0.40	II	
63	SAN ISIDRO - SAN PEDRO	-	-	Sólo registros de PGA.
64	SAN PEDRO DE ATACAMA	~0.35	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
65	SANTIAGO - ENDESA	-	-	Sólo registros de PGA.
66	SANTIAGO - INGENIERIA	~0.27	II	

Tabla B2: Resumen de la clasificación de las estaciones según tipo de suelo generada a partir de los registros de aceleraciones (cont.)

N °	Nombre Estación	Período natural estimado T_0 [s]	Clasificación NCh433	Observaciones
67	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR AZUL	~0.30	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
68	SANTIAGO - SANTA LUCIA	-	-	Sólo registros de PGA.
69	TALAGANTE - HOSPITAL	~0.30	II	
70	TALCA	~0.29	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
71	TALTAL	-	-	Sólo registros de PGA.
72	TOCOPILLA - CONSULTORIO	0.10-0.20	I	
73	TOCOPILLA - GOBERNACIÓN	~0.21	II	
74	TOCOPILLA - SOQUIMICH	~0.17	I	
75	VALDIVIA - HOSPITAL	-	-	Sin registros de aceleraciones.
76	VALLENAR	~0.30	II	
77	VALPARAÍSO - ALMENDRAL	~0.65	III	
78	VALPARAÍSO - UTFSM	-	-	No es posible concluir a partir de los resultados.
79	VENTANAS	~1.20	IV	
80	VIÑA DEL MAR	~0.53	III	
81	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	~0.33	II	Peak escogido por su coherencia con la forma de los espectros de respuesta.
82	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	0.33-0.80	II-III	
83	ZAPALLAR	~0.17	I	

A continuación se presentan las distintas figuras desarrolladas para el análisis del tipo de suelo de las estaciones a partir de registros de aceleraciones.

La clasificación, de acuerdo a las cuatro categorías establecidas en la NCh 433 Of. 96, se realizó de acuerdo a lo siguiente:

- a) En primer lugar se analiza la forma de los espectros de respuesta obtenidos para cada estación, comparándola con la forma de los espectros de respuesta para cada tipo de suelo de acuerdo a la Norma.
- b) En segunda instancia se estima el período natural del suelo usando el criterio del cociente entre los espectros de respuesta horizontal y vertical (H/V). Se consideran los siguientes intervalos de acuerdo al tipo de suelo.

Tabla B3: Período natural de los suelos NCh 433 e intervalos establecidos en este estudio.

Tipo de Suelo	T_0 [s]	Períodos Límites[s]
I	0.15	≤ 0.2
II	0.30	$0.2 \leq T \leq 0.5$
III	0.75	$0.5 \leq T \leq 1.0$
IV	1.20	≥ 1.0

Para cada estación se muestran tres figuras en el siguiente orden:

- A la izquierda: Espectro de Respuesta de Aceleraciones Normalizado con 5% de amortiguamiento (SA/PGA) para los registros con las mayores aceleraciones máximas horizontales de la estación (las dos componentes horizontales para cada registro, líneas en colores). Además, se grafica el factor α de la NCh 433, que da cuenta de la forma del espectro de respuesta para cada tipo de suelo (líneas en negro).
- Al centro: Cuociente promedio entre los Espectros de Respuesta Horizontales y Verticales con 5% de amortiguamiento (H/V), sólo considerando los registros que superan el 5% de la aceleración de gravedad (g) en alguna de sus componentes. Además, se grafican los períodos límites establecidos para la clasificación por tipo de suelo.
- A la derecha: Cuociente promedio entre los Espectros de Respuesta Horizontales y Verticales con 5% de amortiguamiento (H/V), considerando todos los registros obtenidos en la estación. Además, se grafican los períodos límites establecidos para la clasificación por tipo de suelo.

La distinción entre registros que sobrepasan el 5 % de la aceleración de gravedad y aquellos que no, se debe a que los registros con aceleraciones bajas pueden incorporar frecuencias elevadas al análisis que no guardan relación con el tipo de suelo.

Se analizan estas tres figuras para cada estación estimando la clasificación más acorde a los resultados obtenidos.

Las siguientes estaciones de registro sólo cuentan con datos de aceleraciones máximas (PGA), por lo que no fue posible desarrollar estas figuras: Colbún, El Colorado, Pehuenche, Peldehue, Saladillo, San Isidro-San Pedro, Santiago-Endesa, Santiago-Santa Lucía y Taltal.

Las siguientes estaciones no cuentan con ningún tipo de registro en la base de datos, por lo que no fue posible desarrollar estas figuras: Caldera, Huara y Valdivia.

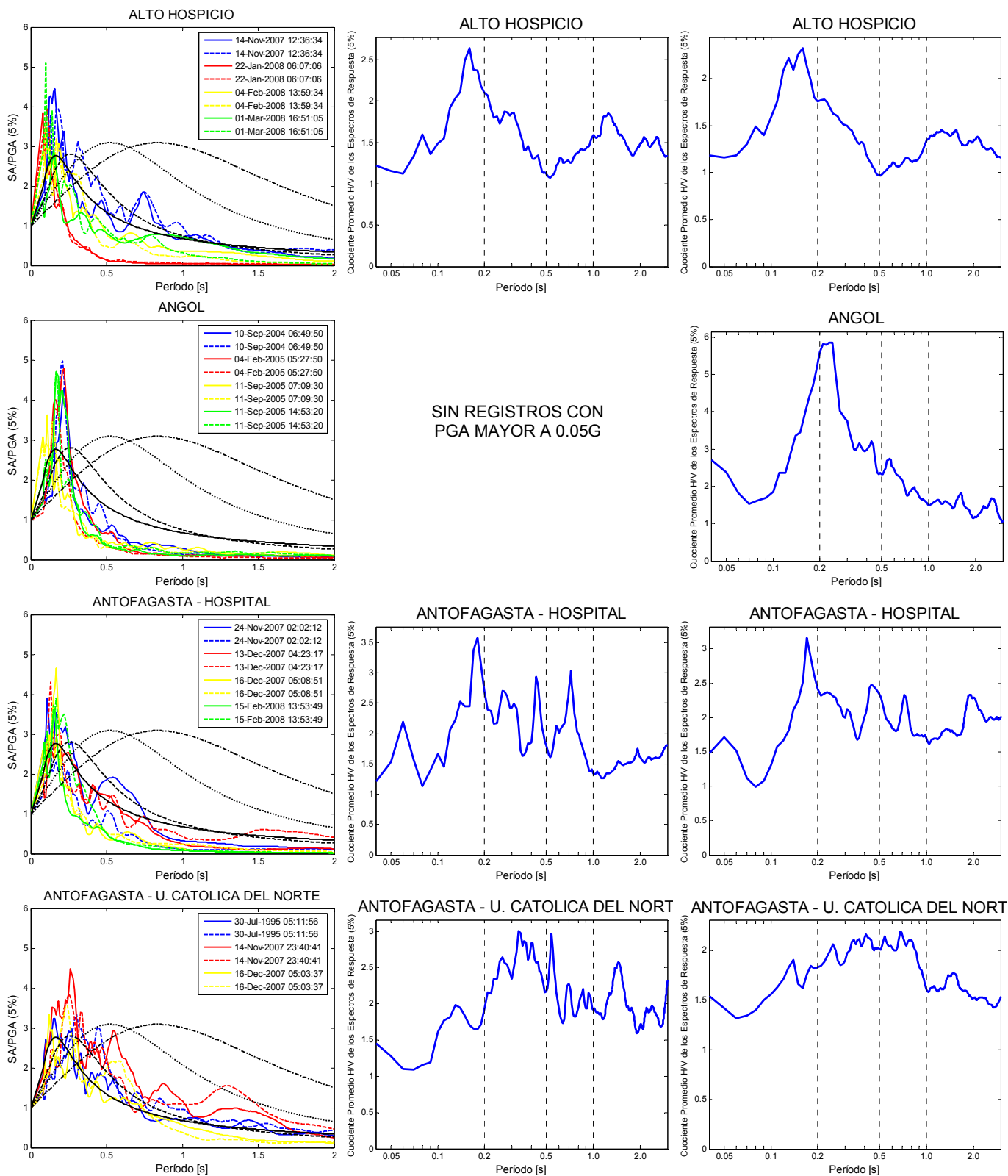


Figura B1: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Alto Hospicio, Angol, Antofagasta-Hospital y Antofagasta-U. Católica del Norte.

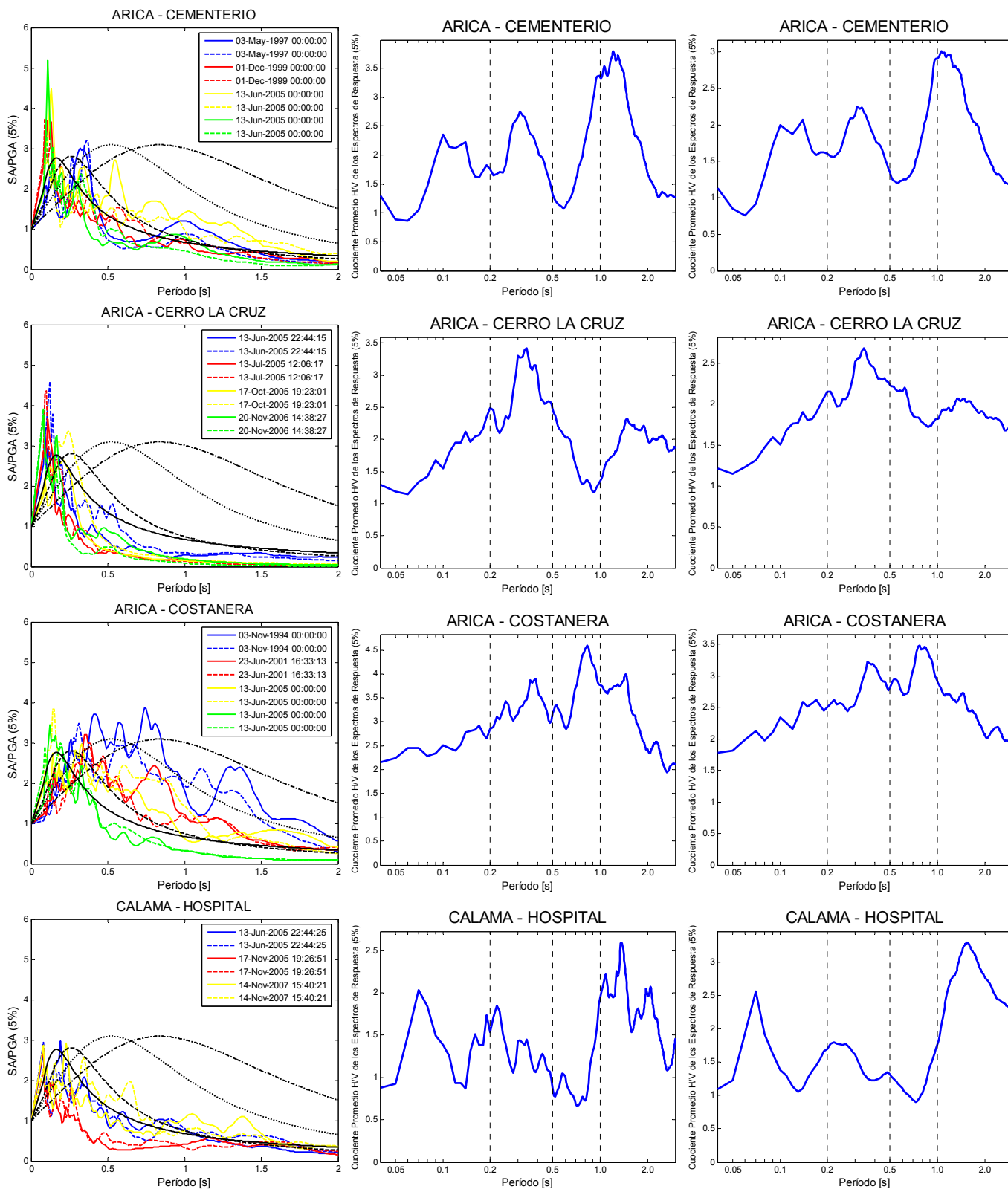


Figura B2: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Arica-Cementerio, Arica-Cerro La Cruz, Arica-Costanera y Calama-Hospital.

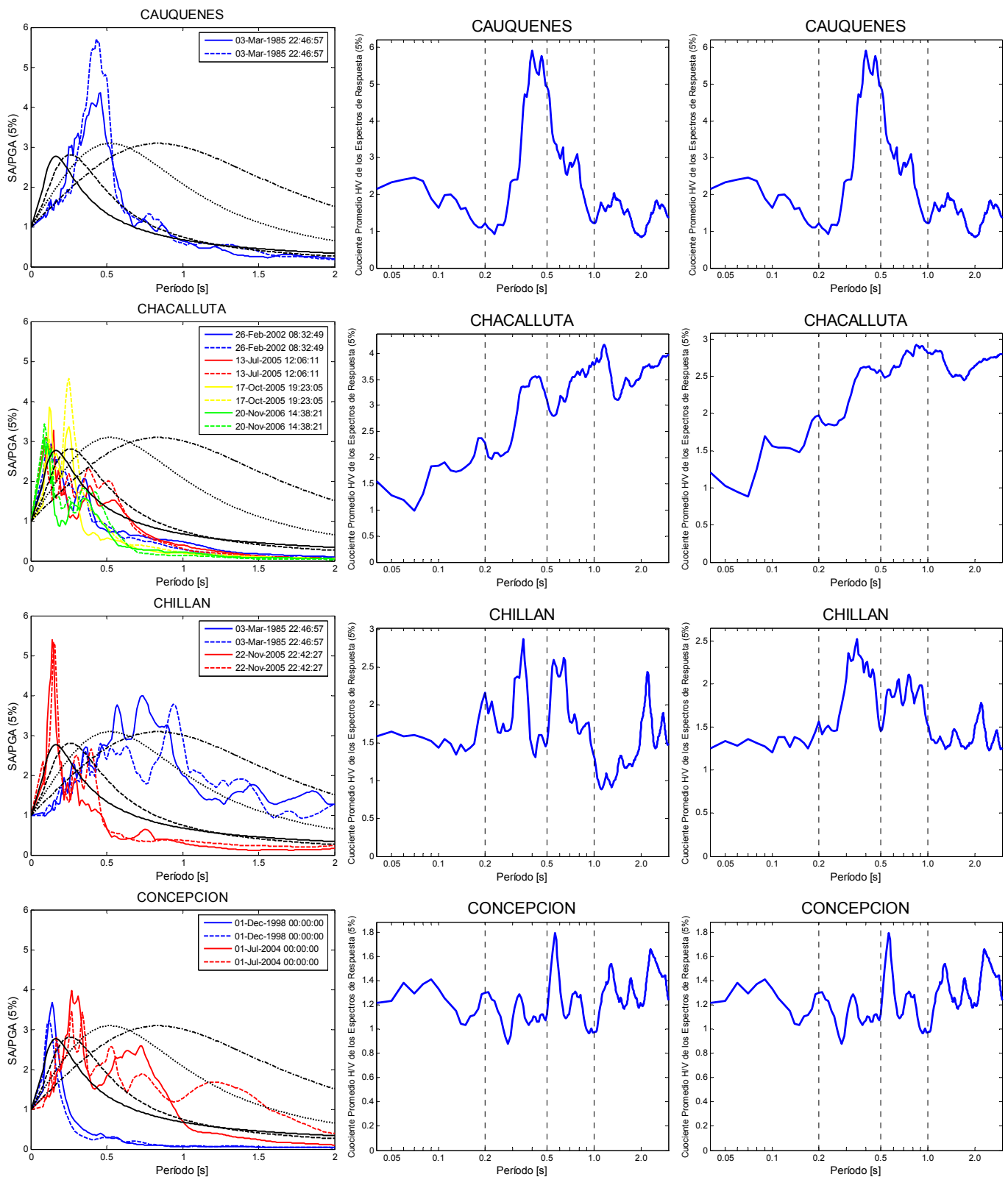


Figura B3: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Cauquenes, Chacalluta, Chillán y Concepción.

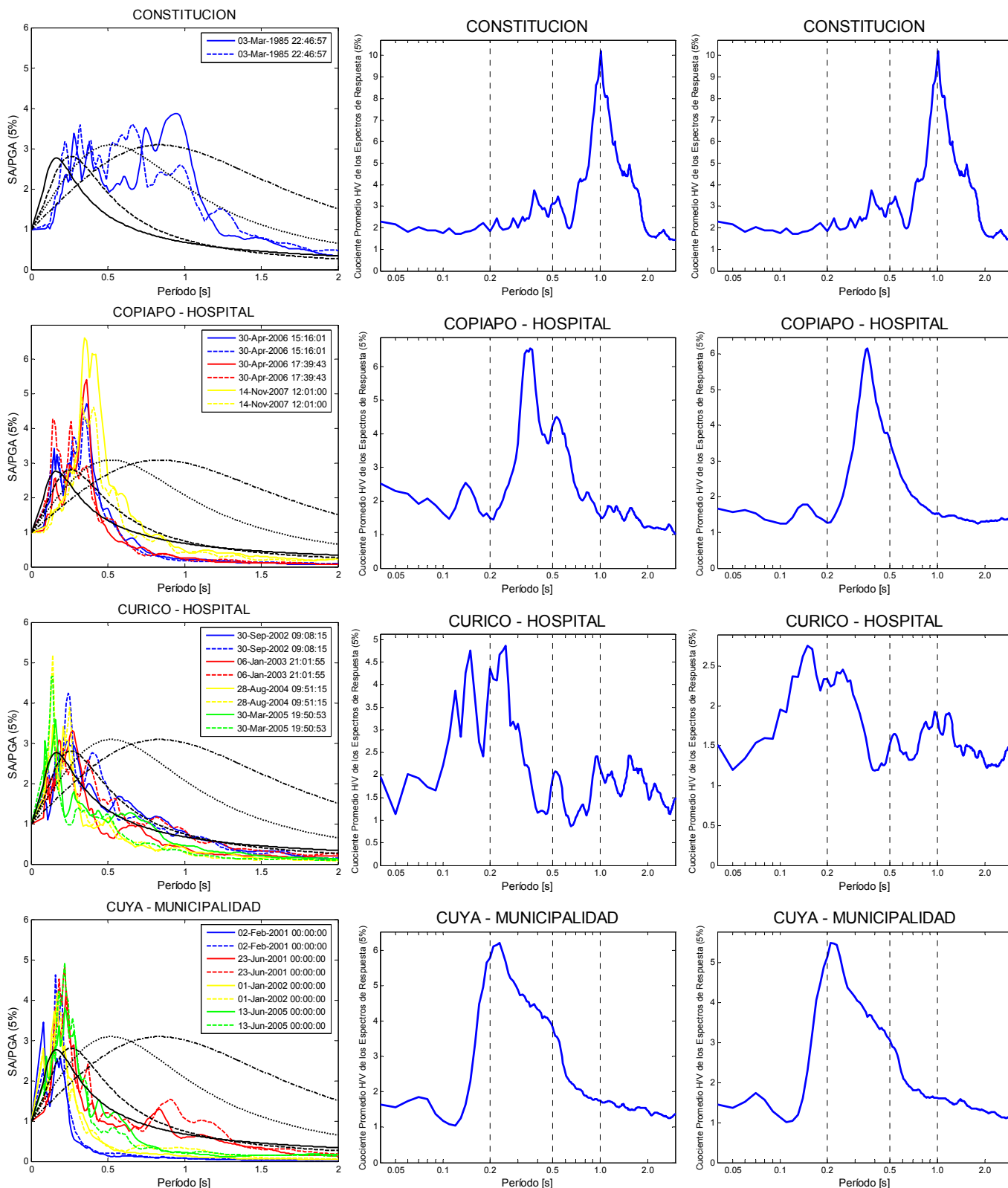


Figura B4: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Constitución, Copiapó-Hospital, Curicó-Hospital y Cuya-Municipalidad.

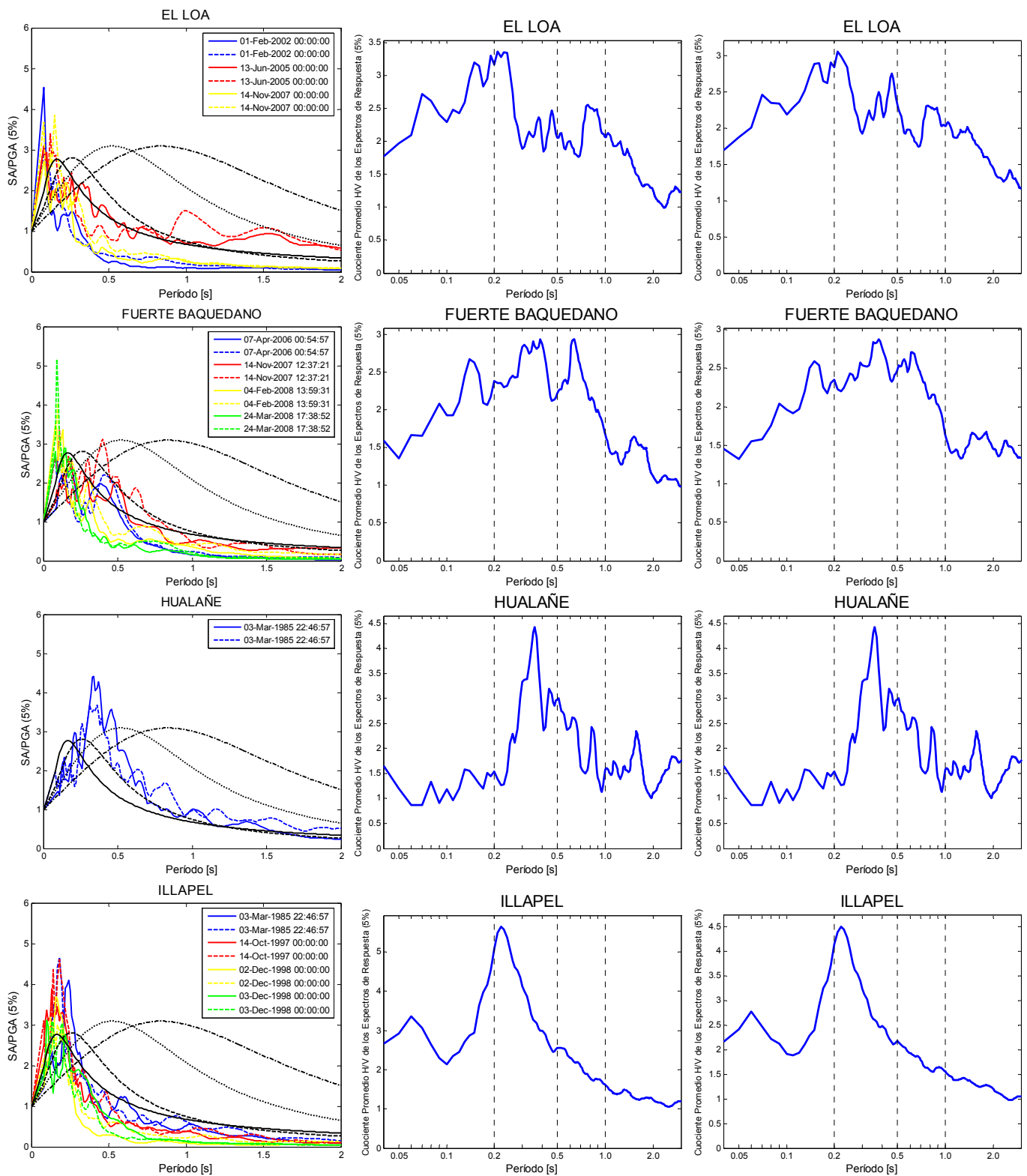


Figura B5: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de El Loa, Fuerte Baquedano, Hualañe e Illapel.

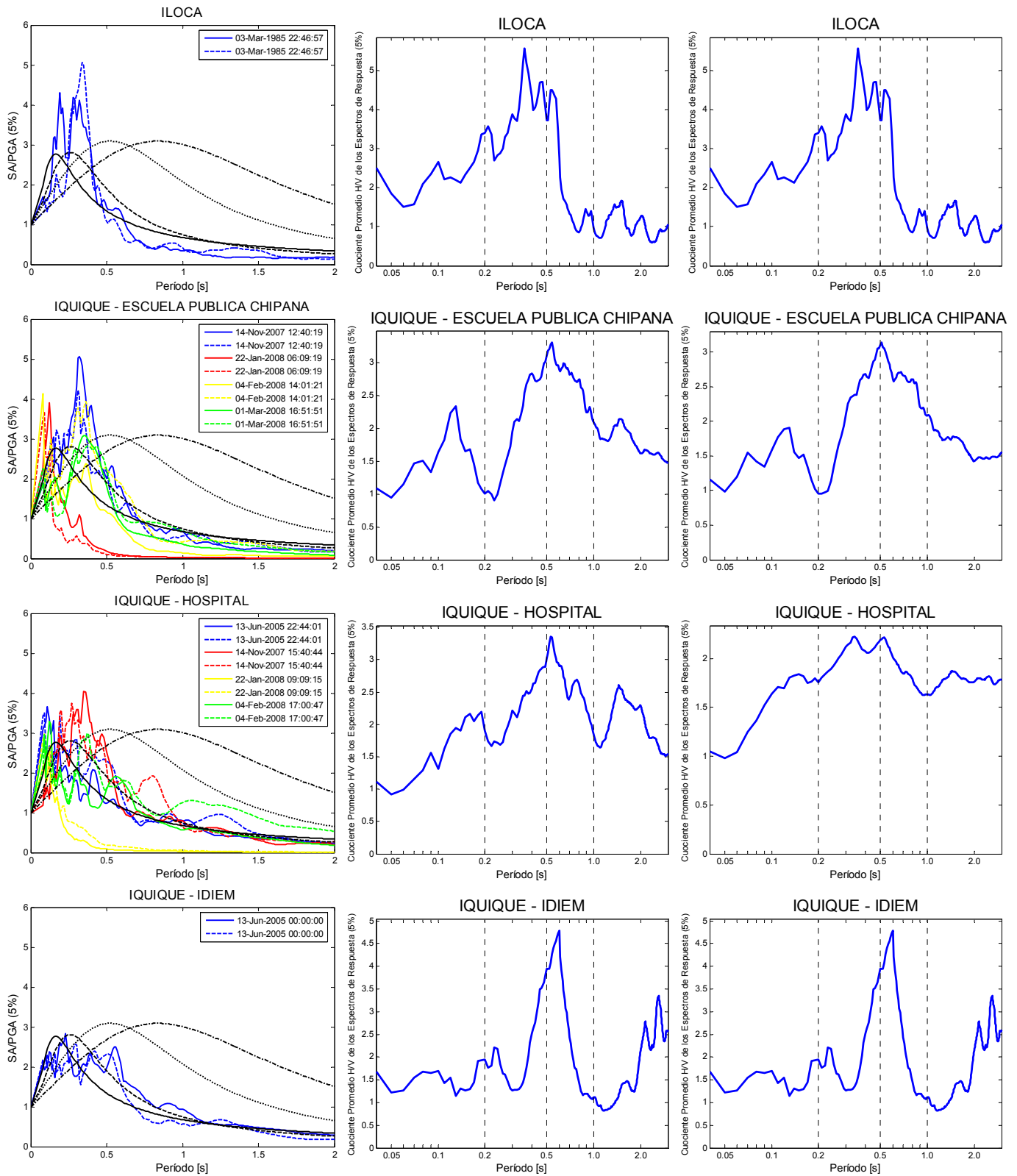


Figura B6: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Iloca, Iquique-Escuela Pública Chipana, Iquique-Hospital e Iquique-Idiem.

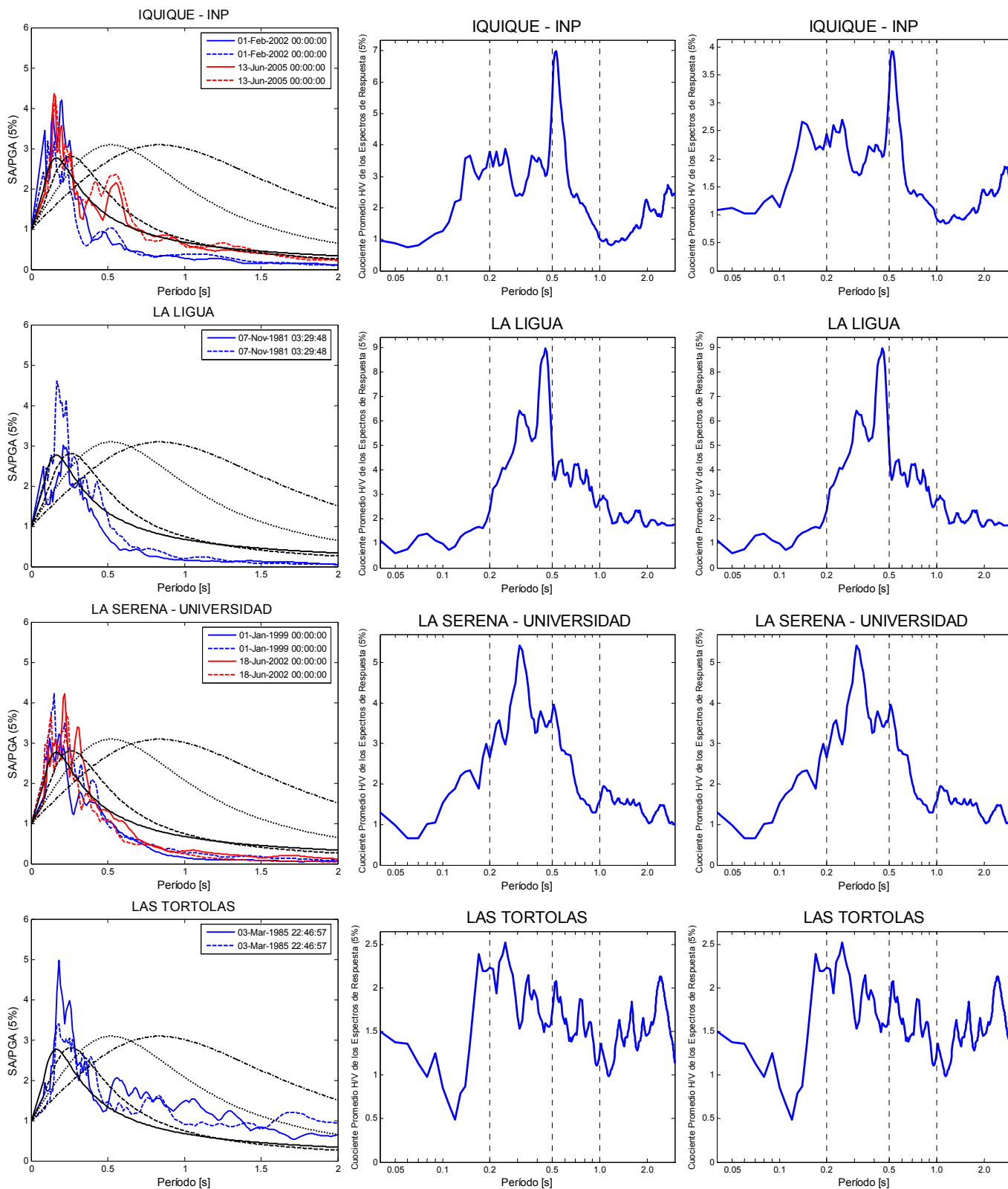


Figura B7: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Iquique-INP, La Ligua, La Serena-Universidad y Las Tórtolas.

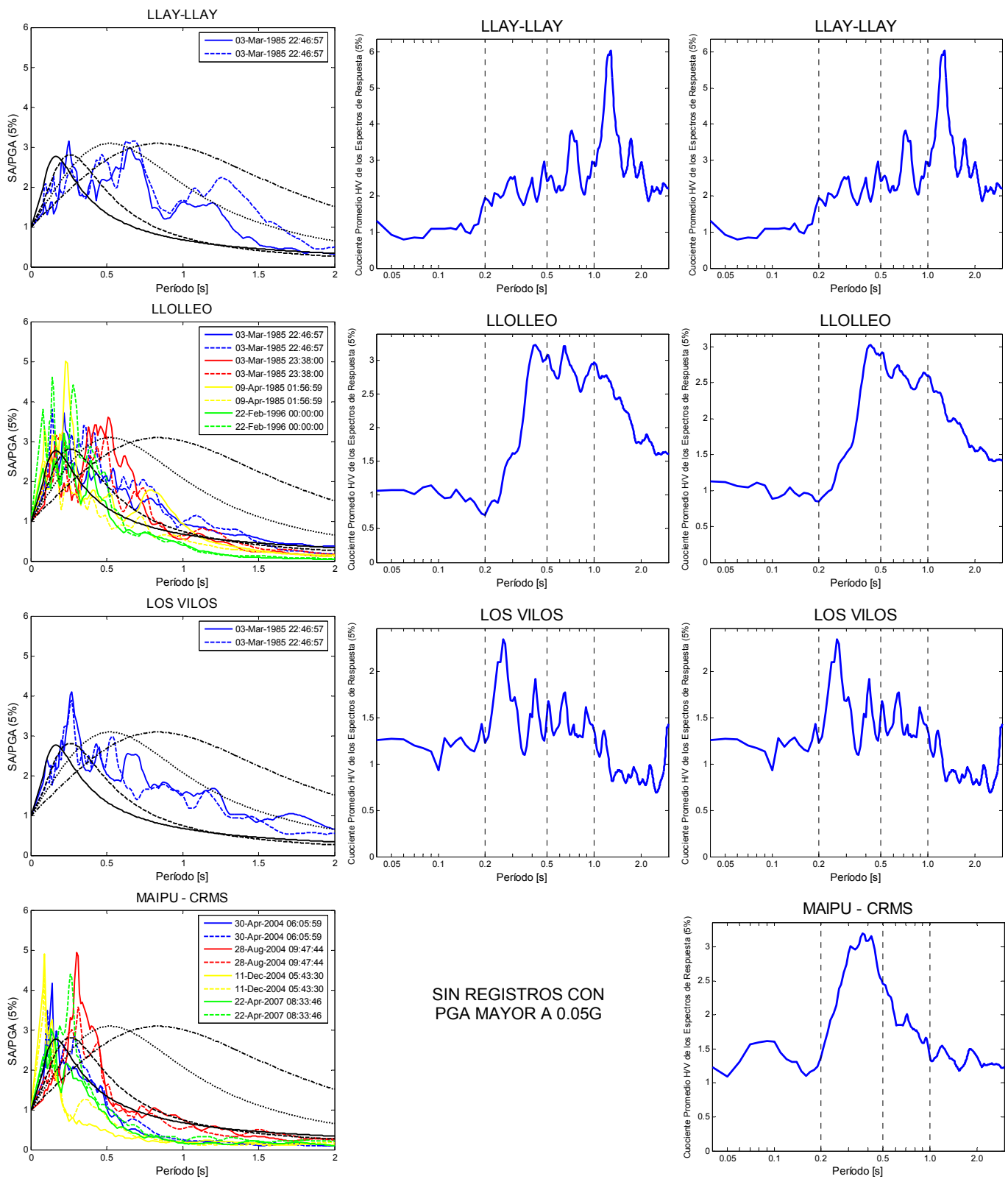


Figura B8: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Llay Llay, Llolleo, Los Vilos y Maipú-CRMS.

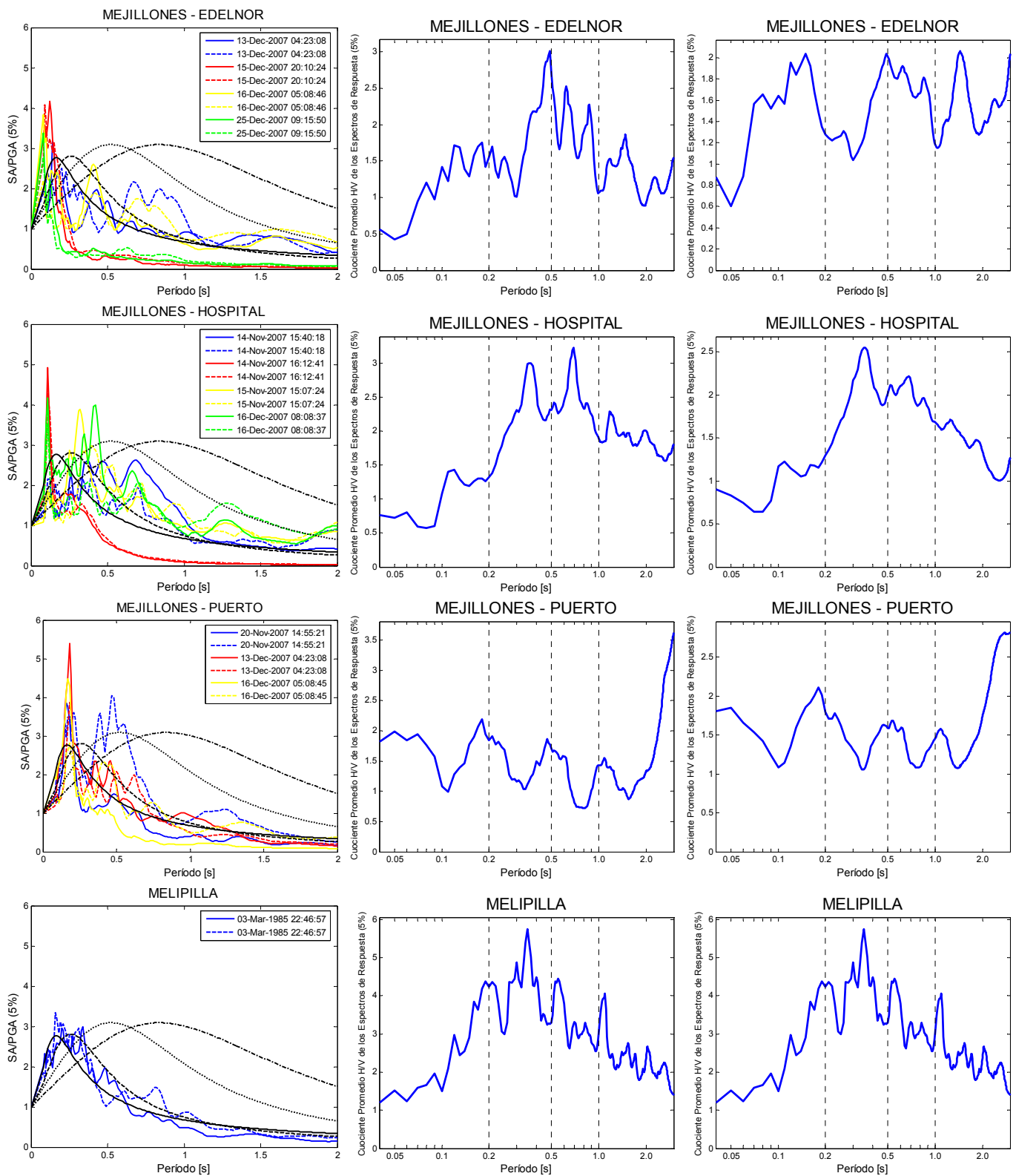


Figura B9: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Mejillones-EDELNOR, Mejillones-Hospital, Mejillones-Puerto y Melipilla.

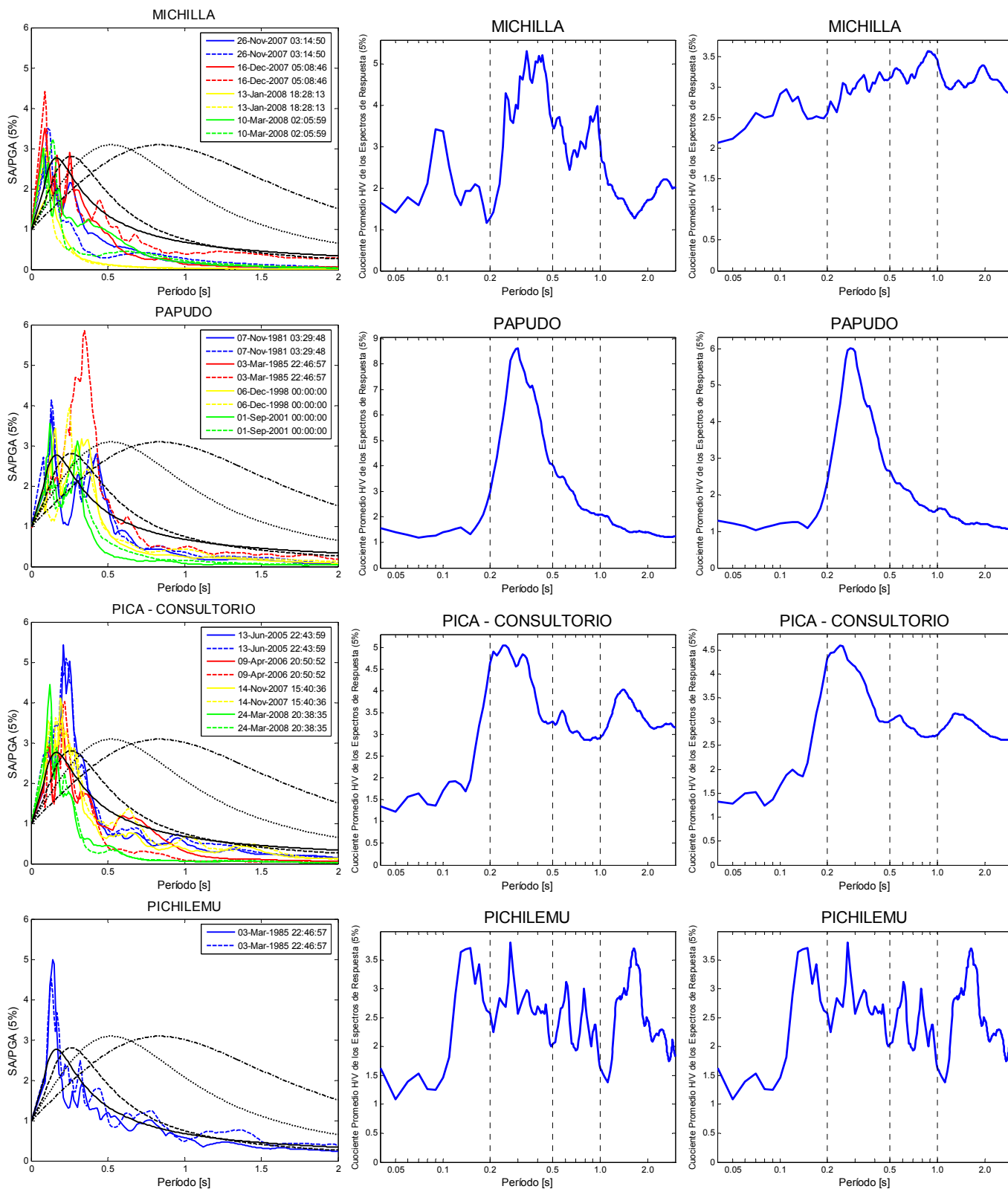


Figura B10: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Michilla, Papudo, Pica-Consultorio y Pichilemu.

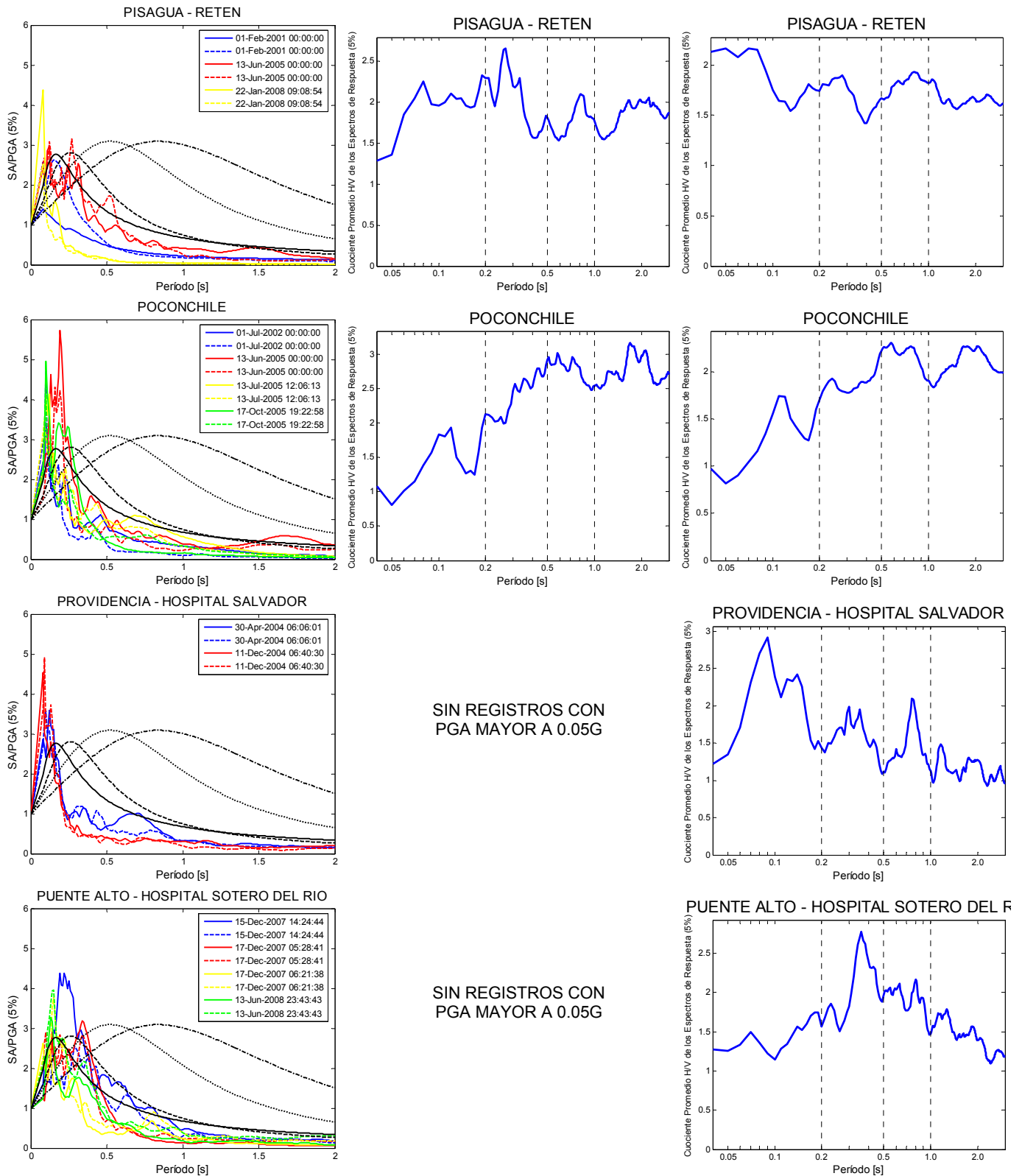


Figura B11: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Pisagua-Retén, Poonchile, Providencia-Hospital Salvador y Puente Alto-Hospital Sotero del Río.

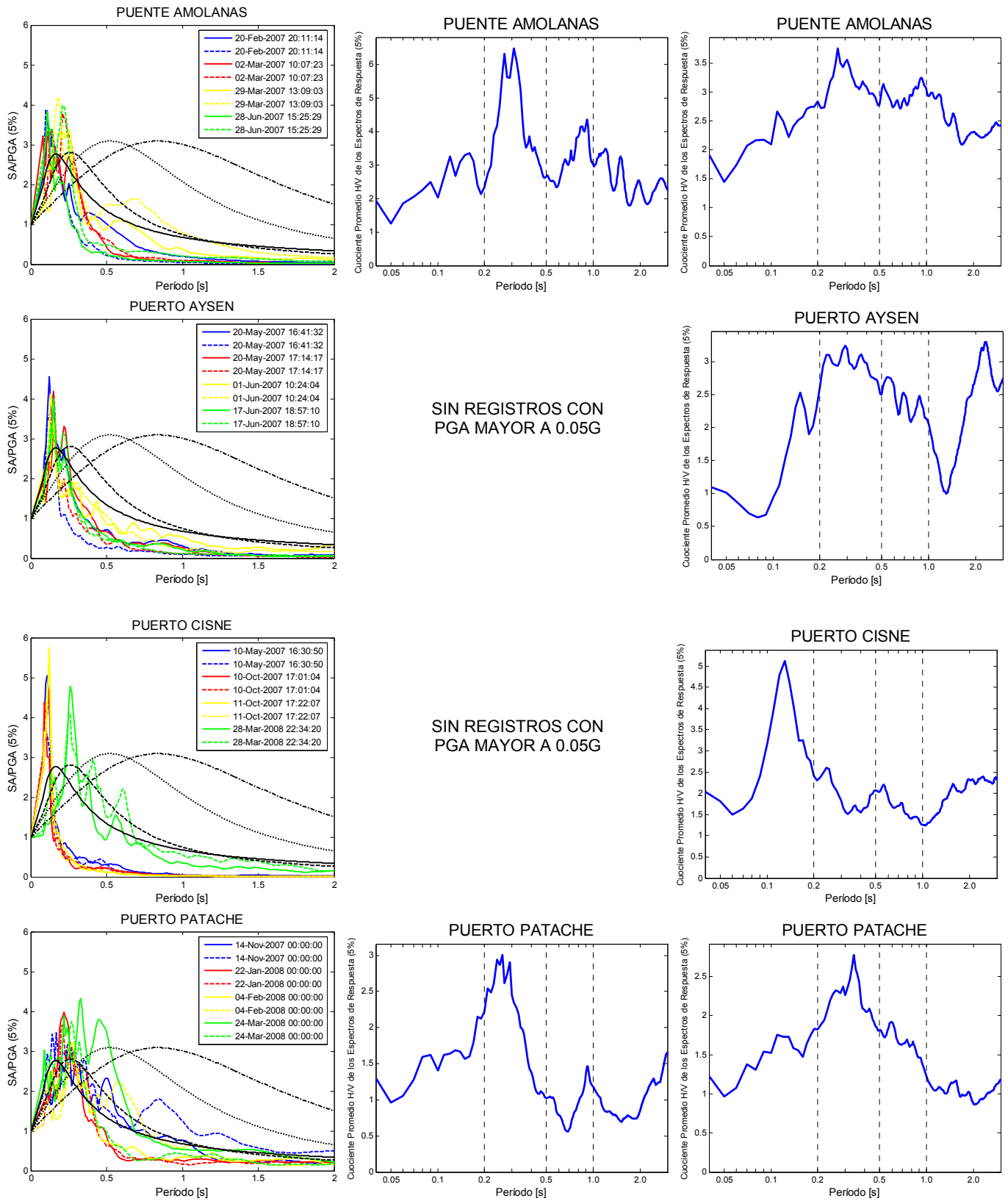


Figura B12: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Puente Amolanas, Puerto Aysén, Puerto Cisne y Puerto Patache.

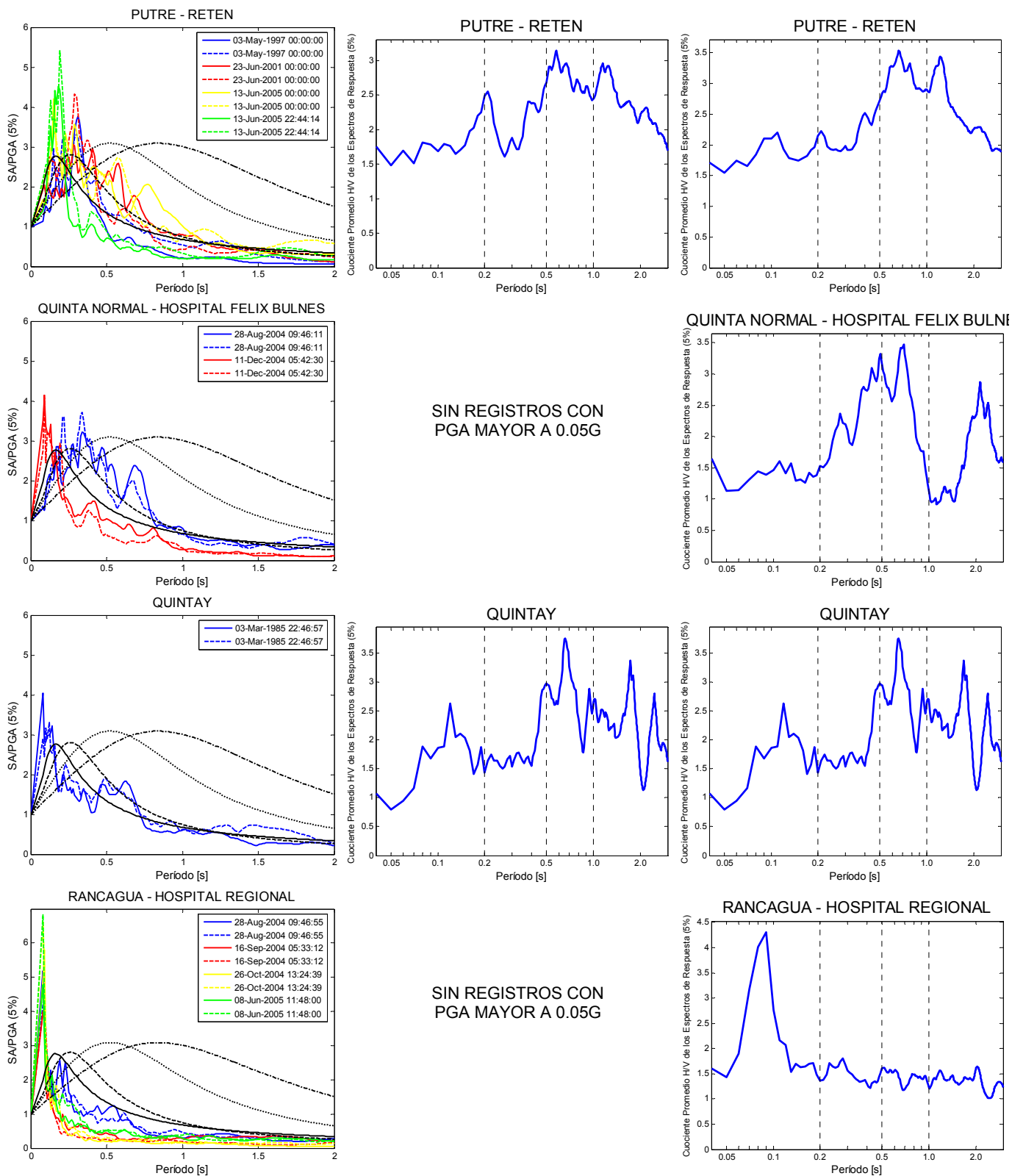


Figura B13: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Putre-Retén, Quinta Normal-Hospital Félix Bulnes, Quintay y Rancagua-Hospital Regional.

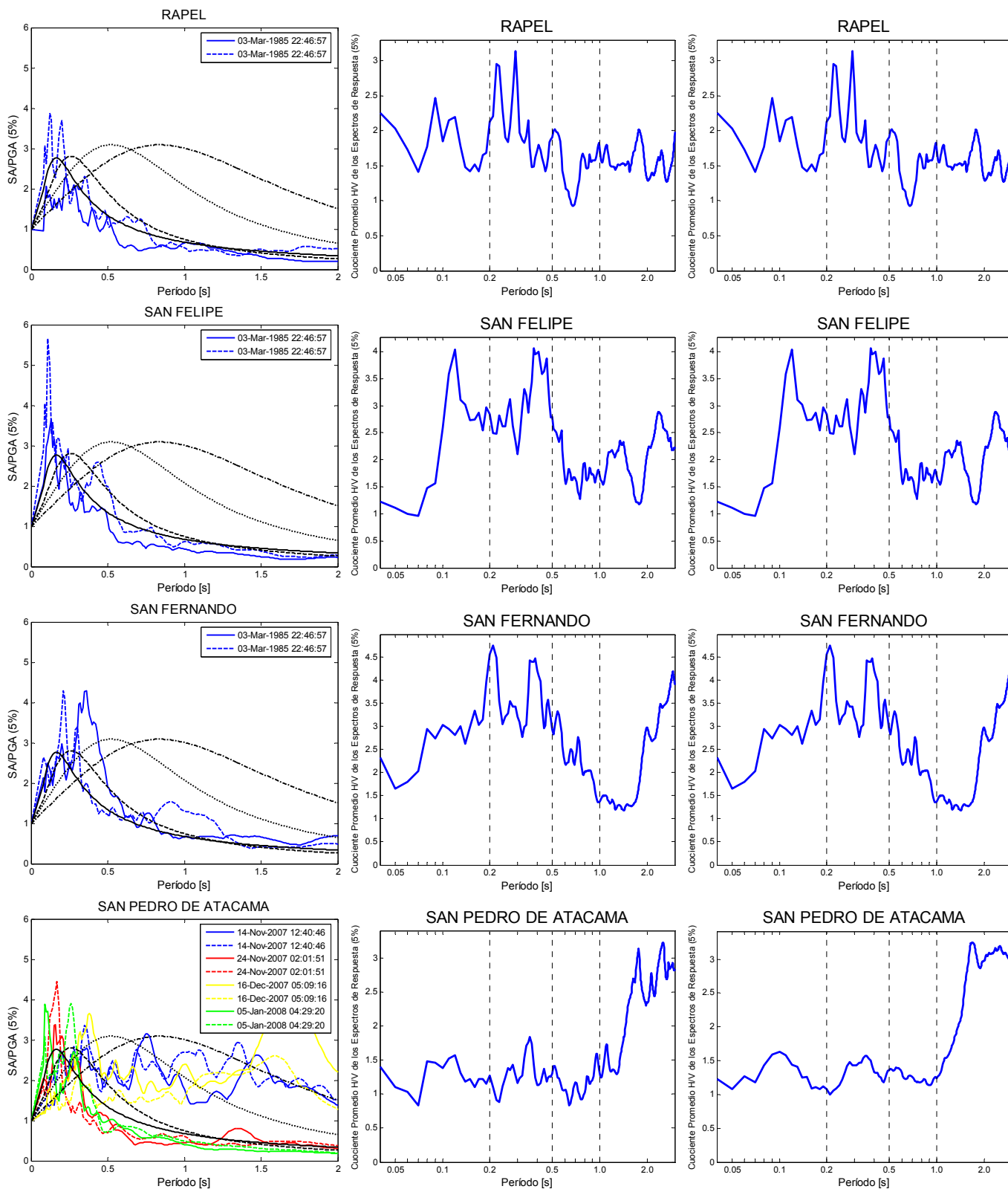


Figura B14: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Rapel, San Felipe, San Fernando y San Pedro de Atacama.

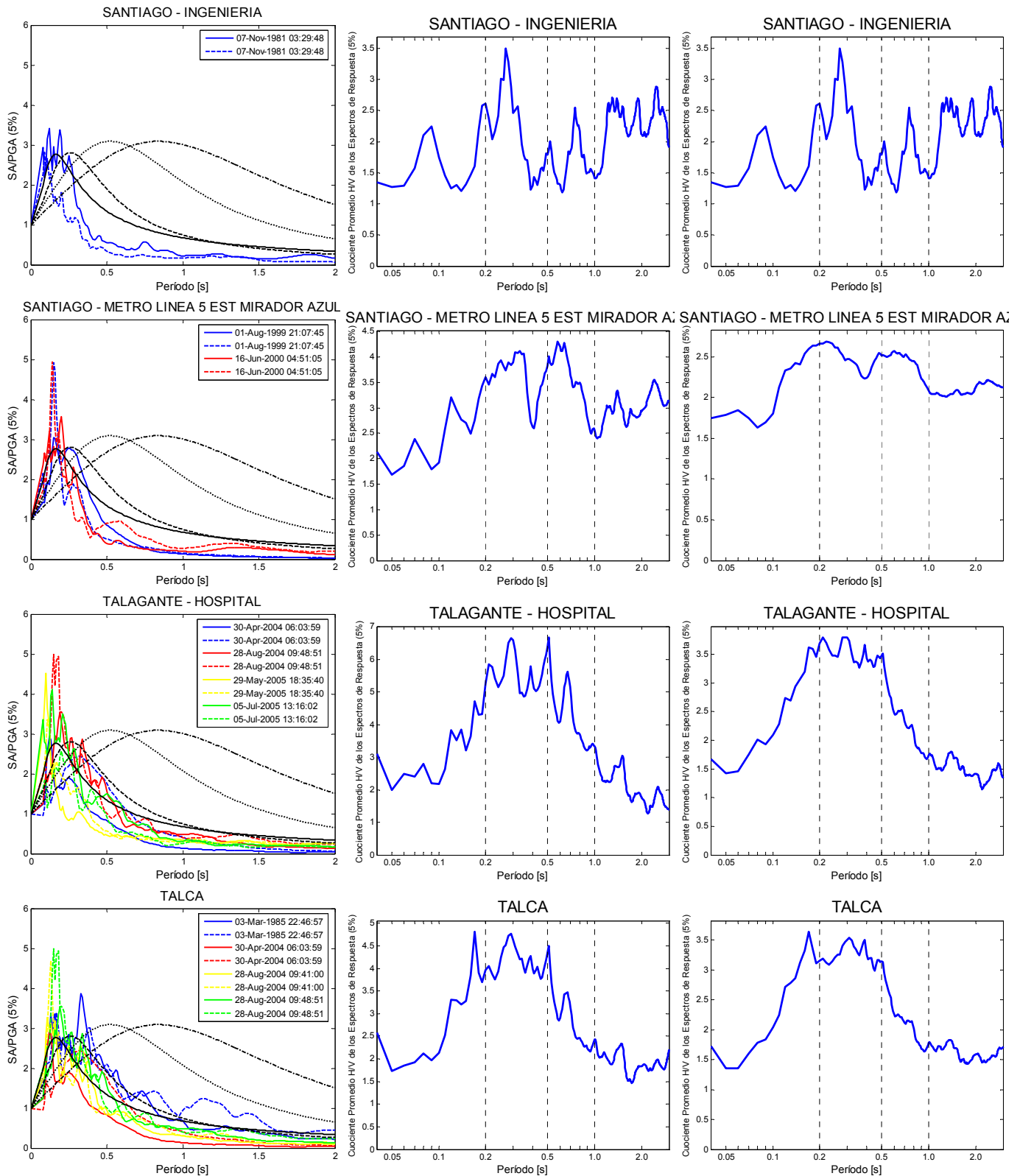


Figura B15: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Santiago-Ingeniería, Santiago-Metro Línea 5 Estación Mirador, Talagante-Hospital y Talca.

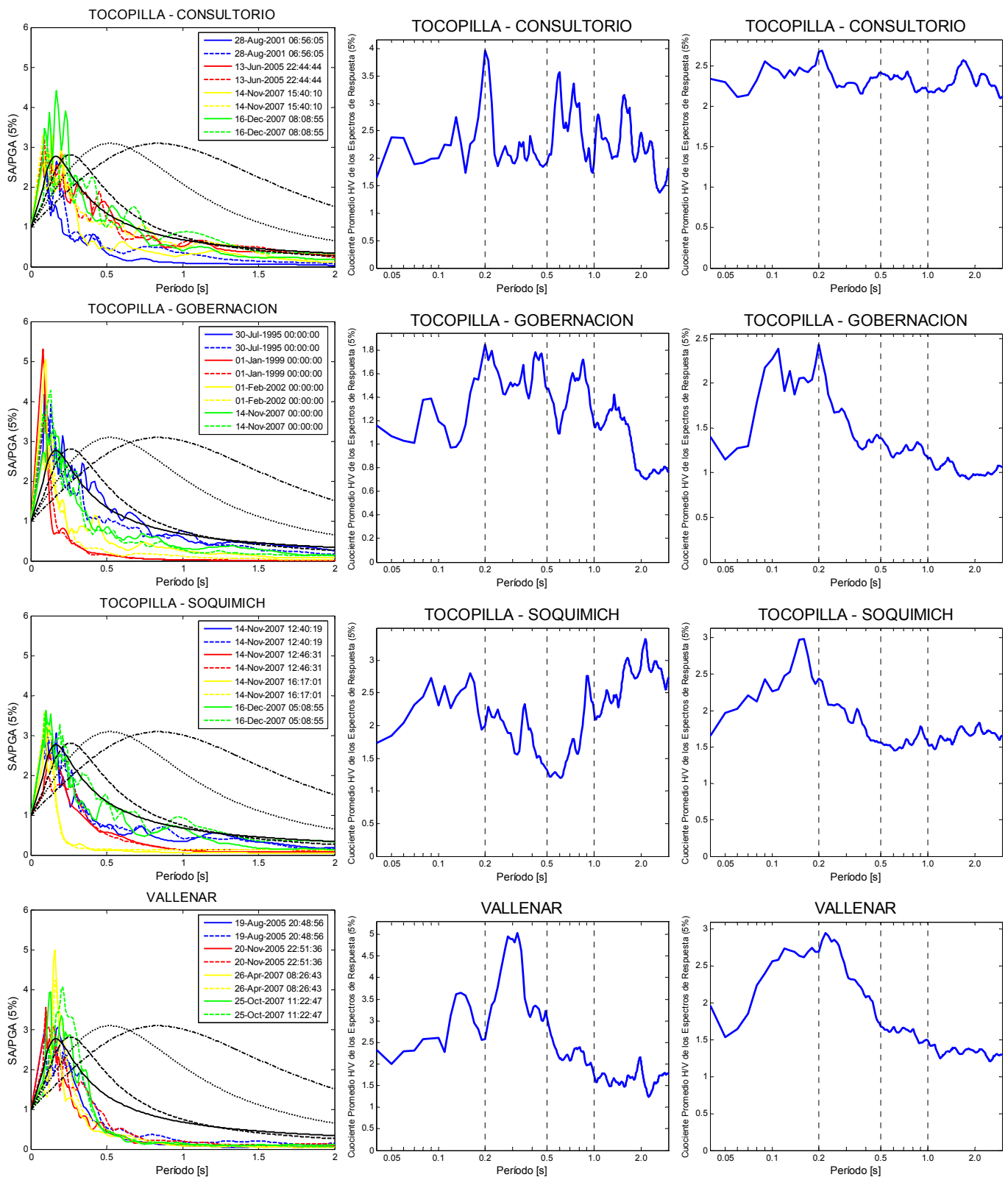


Figura B16: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Tocopilla-Consultorio, Tocopilla-Gobernación, Tocopilla-Soquimich y ValLENAR.

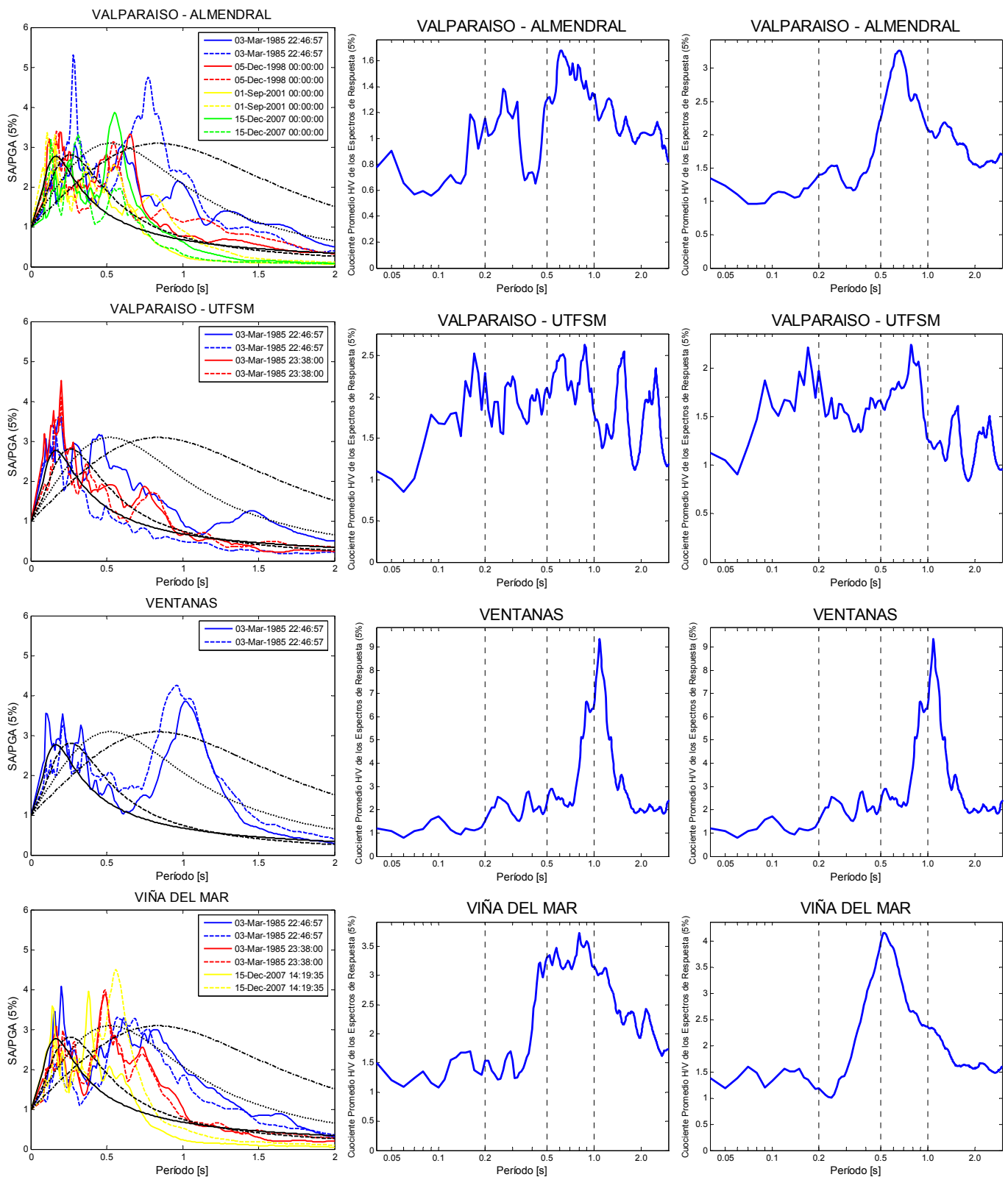


Figura B17: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Valparaíso-Almendral, Valparaíso-UTFSM, Ventanas y Viña del Mar.

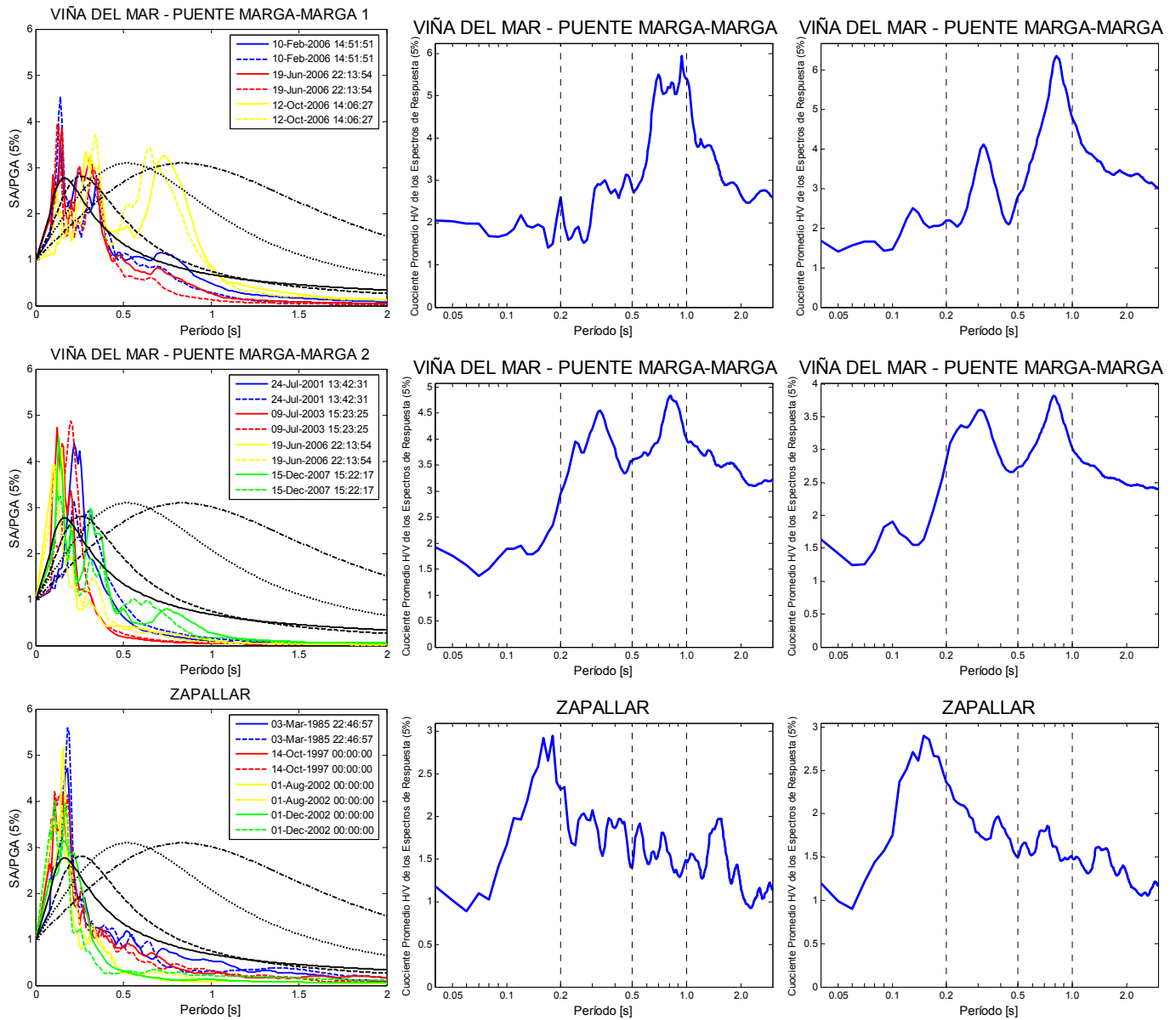


Figura B18: Espectros de Respuesta Normalizados y Radio H/V para las estaciones de Viña del Mar- Puente Marga Marga 1, Viña del Mar-Puente Marga Marga 2 y Zapallar.

ANEXO C: ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS DE RUPTURA.

En este anexo se detalla el desarrollo de la modelación de las áreas de ruptura de los sismos de la base de datos con magnitud superior a 6.0. La modelación se realizó a partir del estudio de las réplicas de estos sismos y el ajuste de estos datos en profundidad, como se explica en el capítulo IV, a través de dos formas distintas:

- Método 1: Plano inclinado (ajuste por mínimos cuadrados)
- Método 2: Superficie irregular (ajuste por interpolación cúbica)

En la Tabla C1 se listan los eventos estudiados, caracterizándolos por fecha, hora, magnitud, hipocentro y fuente sismogénica. Además se señala si fue posible modelar el área de ruptura de cada evento, el área estimada y la referencia a partir de la cual se obtuvo información adicional. En la Tabla C2 se muestra un listado con las distancias más cercanas desde las estaciones de registro a la ruptura obtenidas con ambos métodos.

Posteriormente, se muestran las figuras (mapas) a partir de las cuales se obtuvieron las áreas superficiales de ruptura, indicando el valor de éstas y la calidad de la información.

Tabla C.1: Resumen de las áreas de ruptura modeladas.

N°	Fecha	Hora	Mw	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]	Fuente Sismogénica	Área [km ²]	Observaciones	Ref.
1	13-09-1945	11:17:00	7.1	-33.200	-70.500	100.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
2	04-09-1953	0:00:00	6.4	-32.700	-71.800	50.0	Subduccion-Interplaca	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
3	28-03-1965	16:33:14	7.1	-32.400	-71.100	68.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	19
4	08-07-1971	3:03:18	7.5	-32.500	-71.200	40.0	Subduccion-Interplaca	7000	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	19
5	05-10-1973	5:47:51	6.8	-32.500	-71.500	33.0	Subduccion-Interplaca	2700	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
6	12-11-1974	5:59:51	6.3	-33.200	-70.600	90.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
7	16-10-1981	3:25:36	7.1	-33.140	-73.490	10.0	Ante-arco	1700	Modelación realizada con información limitada (pocos datos de réplicas)	-
8	07-11-1981	3:29:48	6.9	-32.240	-71.880	65.6	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
9	03-03-1985	22:46:57	7.9	-33.240	-71.850	17.0	Subduccion-Interplaca	18700	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	8
10	03-03-1985	23:38:00	7.3	-32.740	-71.210	33.0	Subduccion-Interplaca	-	Modelación no realizada por tratarse de una réplica del mismo principal	-
11	09-04-1985	1:56:59	7.1	-34.131	-71.618	38.0	Subduccion-Interplaca	-	Modelación no realizada por tratarse de una réplica del mismo principal	-
12	05-03-1987	9:17:05	7.5	-24.390	-70.160	41.9	Subduccion-Interplaca	4700	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	10
13	08-08-1987	15:48:57	7.2	-19.020	-70.000	70.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
14	30-07-1995	5:11:56	8.0	-23.567	-70.600	33.0	Subduccion-Interplaca	16650	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	10
15	14-10-1997	22:03:31	7.1	-30.900	-71.200	58.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	800	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	25
16	30-01-1998	0:00:00	7.0	-23.510	-69.832	44.0	Subduccion-Interplaca	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
17	29-07-1998	3:12:38	6.4	-32.370	-71.455	36.0	Subduccion-Interplaca	180	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
18	03-09-1998	13:33:38	6.5	-29.745	-71.983	45.0	Subduccion-Interplaca	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
19	09-04-2001	5:00:52	6.6	-32.701	-73.288	6.5	Ante-arco	650	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
20	23-06-2001	16:33:16	8.4	-15.907	-73.622	33.0	Subduccion-Interplaca	32000	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	13
21	07-07-2001	9:38:58	7.6	-17.400	-71.800	37.0	Subduccion-Interplaca	7700	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	17
22	24-07-2001	5:00:26	6.3	-19.590	-69.307	3.0	Superficial-Cortical	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
23	28-03-2002	4:56:22	6.4	-21.588	-68.165	122.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
24	01-04-2002	15:59:52	6.3	-29.618	-71.440	69.0	Subduccion-Interplaca	500	Modelación realizada con información limitada (pocos datos de réplicas)	-
25	18-04-2002	16:09:49	6.6	-27.513	-70.090	53.0	Subduccion-Interplaca	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
26	18-06-2002	9:57:00	6.4	-30.825	-71.340	52.0	Subduccion-Interplaca	500	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
27	23-09-2002	23:58:14	6.2	-31.420	-69.158	117.3	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
28	20-06-2003	9:31:35	6.8	-30.647	-71.807	24.1	Subduccion-Interplaca	1100	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
29	27-07-2003	11:42:20	6.0	-19.841	-64.942	348.0	Subduccion-Intraplaca-Profundo	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
30	28-08-2004	9:51:15	6.5	-35.173	-70.525	5.0	Superficial-Cortical	350	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
31	13-06-2005	22:44:14	7.8	-19.903	-69.128	111.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	2300	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
32	17-11-2005	19:27:20	6.8	-23.075	-67.856	155.2	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
33	30-04-2006	15:16:01	6.6	-27.097	-71.399	5.7	Superficial-Cortical	980	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
34	30-04-2006	17:39:43	6.5	-26.839	-71.149	18.0	Subduccion-Interplaca	1680	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
35	16-07-2006	7:44:59	6.2	-28.579	-72.688	30.0	Ante-arco	250	Modelación realizada con información limitada (pocos datos de réplicas)	-
36	24-08-2006	0:45:12	6.6	-24.618	-67.261	165.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	750	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
37	12-10-2006	14:04:35	6.4	-31.344	-71.711	37.2	Subduccion-Interplaca	300	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	-
38	21-07-2007	15:34:49	6.4	-22.870	-66.257	280.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
39	14-11-2007	12:40:48	7.7	-22.692	-70.215	38.9	Subduccion-Interplaca	7500	Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)	11
40	15-11-2007	15:03:07	6.3	-22.965	-70.519	38.7	Subduccion-Interplaca	-	Modelación no realizada por tratarse de una réplica del mismo principal	-
41	15-11-2007	15:05:57	6.8	-23.126	-70.518	40.3	Subduccion-Interplaca	-	Modelación no realizada por tratarse de una réplica del mismo principal	-
42	20-11-2007	17:55:49	6.1	-22.941	-70.831	37.7	Subduccion-Interplaca	-	Modelación no realizada por tratarse de una réplica del mismo principal	-
43	13-12-2007	5:20:21	6.0	-23.235	-70.791	37.2	Subduccion-Interplaca	-	Modelación no realizada por tratarse de una réplica del mismo principal	-
44	13-12-2007	7:23:38	6.2	-23.290	-70.742	43.1	Subduccion-Interplaca	-	Modelación no realizada por tratarse de una réplica del mismo principal	-
45	16-12-2007	8:09:17	6.7	-22.947	-70.180	42.0	Subduccion-Interplaca	-	Modelación no realizada por tratarse de una réplica del mismo principal	-
46	04-02-2008	17:01:29	6.3	-20.275	-70.265	45.6	Subduccion-Interplaca	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
47	16-02-2008	14:45:08	6.1	-21.470	-68.683	130.1	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
48	24-03-2008	20:39:05	6.2	-20.203	-69.360	123.7	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-
49	08-07-2008	9:13:06	6.2	-16.566	-72.260	80.0	Subduccion-Intraplaca-Prof.intermedia	-	Falta información para realizar la modelación (pocos datos de réplicas)	-

Tabla C2: Distancia más cercana a la ruptura calculada para estaciones que registraron sismos con magnitud Mw≥6.0

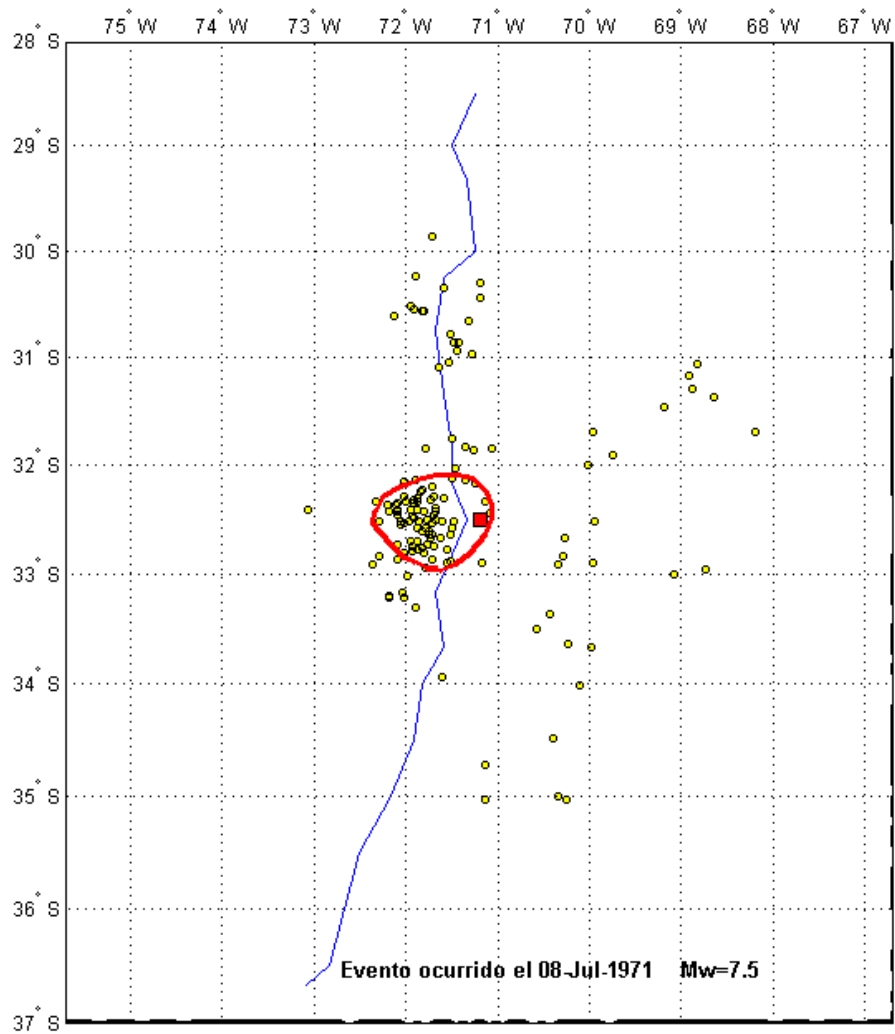
EVENTOS				REGISTROS						
Fecha	Hora	Mw	Fuente Sismogénica	N°	Estación	Distancia Hipocentral [km]	Distancia Epicentral [km]	Distancia más cercana a la ruptura [km]	Modelo 1	Modelo 2
08-07-1971	3:03:18	7.5	Subduccion-Interplaca	1	SANTIAGO - INGENIERIA	123.1	116.9	89.4		121.0
05-10-1973	5:47:51	6.8	Subduccion-Interplaca	2	SANTIAGO - INGENIERIA	134.5	130.8	103.7		121.4
16-10-1981	3:25:36	7.1	Ante-Arco	3	LA LIGUA	224.4	224.4	194.0		193.1
				4	PAPUDO	203.9	203.8	173.6		172.9
				5	PELDEHUE	261.6	261.7	228.5		229.8
				6	VINA DEL MAR	184.9	184.8	154.0		154.6
03-03-1985	22:46:57	7.9	Subduccion-Interplaca	7	CAUQUENES	305.8	305.8	170.6		177.8
				8	CHILLAN	374.5	374.7	243.1		247.2
				9	CHILLAN	374.5	374.7	243.1		247.2
				10	CONSTITUCION	238.5	238.3	102.4		112.0
				11	EL COLORADO	278.5	278.4	158.0		162.3
				12	HUALANE	190.7	190.2	72.3		74.7
				13	ILLAPEL	191.1	190.6	130.6		140.3
				14	ILOCA	191.7	191.3	65.0		68.6
				15	LA LIGUA	107.5	106.2	60.2		73.8
				16	LAS TORTOLAS	104.8	103.6	85.2		85.3
				17	LLAY-LLAY	94.5	93.0	71.6		73.7
				18	LLOLEO	50.3	47.4	32.6		27.6
				19	LOS VILOS	149.8	149.0	90.2		97.7
				20	MELIPILLA	77.4	75.6	38.5		46.2
				21	PAPUDO	91.4	89.9	44.5		56.3
				22	PEHUENCHE	283.3	283.2	162.6		171.5
				23	PELDEHUE	110.7	109.6	90.6		90.7
				24	PICHILEMU	130.8	129.9	32.0		31.3
				25	QUINTAY	22.1	14.2	22.1		22.1
				26	RAPEL	83.0	81.4	32.4		28.2
				27	SALADILLO	148.5	147.8	127.1		127.1
				28	SAN FELIPE	118.7	117.6	93.4		96.3
				29	SAN FERNANDO	170.9	170.4	56.4		94.4
				30	SAN ISIDRO - SAN PEDRO	62.8	60.5	45.4		46.7
				31	SANTIAGO - ENDESA	115.0	113.9	86.8		94.2
				32	TALCA	243.6	243.4	123.0		125.2
				33	VALPARAISO - ALMENDRAL	36.6	32.4	32.8		31.0
				34	VALPARAISO - UTFSM	37.0	32.9	32.8		31.2
				35	VENTANAS	68.2	66.1	37.9		44.7
				36	VINA DEL MAR	41.8	38.3	34.3		32.9
				37	ZAPALLAR	86.3	84.6	41.9		53.2
				38	COLBUN	278.1	278.1	157.6		161.9
05-03-1987	9:17:05	7.5	Subduccion-Interplaca	39	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	92.7	82.9	48.8		43.7
				40	CALAMA - HOSPITAL	251.6	248.8	205.0		218.8
				41	TALTAL	124.1	117.3	83.9		87.4

Tabla C2: Distancia más cercana a la ruptura calculada para estaciones que registraron sismos con magnitud Mw≥6.0 (cont.)

EVENTOS				REGISTROS					
Fecha	Hora	Mw	Fuente Sismogénica	N°	Estación	Distancia Hipocentral [km]	Distancia Epicentral [km]	Distancia más cercana a la ruptura [km] Modelo 1	Modelo 2
30-07-1995	5:11:56	8.0	Subduccion-Interplaca	42	TOCOPILLA - GOBERNACION	172.1	169.3	125.2	133.4
				43	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	40.2	23.1	33.1	33.0
14-10-1997	22:03:31	7.1	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia	44	ILLAPEL	99.2	81.0	85.4	86.4
				45	PAPUDO	188.5	180.3	174.3	173.4
				46	ZAPALLAR	193.4	185.5	179.2	178.3
29-07-1998	3:12:38	6.4	Subduccion-Interplaca	47	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR	144.7	140.7	133.4	134.1
09-04-2001	5:00:52	6.6	Ante-Arco	48	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR	258.9	259.0	223.9	232.5
23-06-2001	16:33:16	8.4	Subduccion-Interplaca	49	CUYA - MUNICIPALIDAD	513.8	514.1	201.1	221.7
				50	PISAGUA - RETEN	546.3	546.8	233.8	255.9
				51	POCONCHILE	472.0	472.1	171.3	185.8
				52	PUTRE - RETEN	501.3	501.5	217.0	226.0
				53	ARICA - CEMENTERIO	453.7	453.7	149.1	164.9
				54	ARICA - COSTANERA	453.1	453.1	148.9	164.5
07-07-2001	9:38:58	7.6	Subduccion-Interplaca	55	CHACALLUTA	190.5	187.4	151.7	160.1
01-04-2002	15:59:52	6.3	Subduccion-Interplaca	56	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	385.3	381.3	375.6	376.1
				57	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	385.3	381.3	375.6	376.1
18-06-2002	9:57:00	6.4	Subduccion-Interplaca	58	LA SERENA - UNIVERSIDAD	115.3	103.2	46.7	98.3
				59	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	251.9	247.6	237.5	247.4
20-06-2003	9:31:35	6.8	Subduccion-Interplaca	60	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	268.9	268.4	241.3	242.4
28-08-2004	9:51:15	6.5	Superficial-Cortical	61	TALCA	106.8	106.7	101.6	103.8
				62	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR	192.9	192.9	167.2	168.0
				63	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	253.1	253.2	227.4	228.4
				64	QUINTA NORMAL - HOSPITAL FELIX BULNES	193.7	193.7	168.1	168.8
				65	RANCAGUA - HOSPITAL REGIONAL	113.3	113.3	88.2	88.3
				66	MAIPU - CRMS	185.5	185.5	160.1	160.5
				67	TALAGANTE - HOSPITAL	172.2	172.2	147.1	147.1
				68	CURICO - HOSPITAL	68.3	68.2	53.7	56.1
13-06-2005	22:44:14	7.8	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia	69	ARICA - CEMENTERIO	228.5	201.3	215.6	222.9
				70	ARICA - COSTANERA	229.2	202.2	216.3	223.6
				71	CUYA - MUNICIPALIDAD	176.1	137.7	162.6	170.9
				72	IQUIQUE - INP	157.1	112.2	142.1	138.6
				73	IQUIQUE - IDIEM	156.8	111.8	141.5	138.0
				74	EL LOA	222.7	195.0	185.6	187.1
				75	PISAGUA - RETEN	161.8	118.7	149.0	152.8
				76	POCONCHILE	218.1	189.3	205.5	211.9
				77	PUTRE - RETEN	223.4	195.4	212.3	214.2
				78	PICA - CONSULTORIO	130.2	68.9	103.2	98.2
				79	IQUIQUE - HOSPITAL	156.3	111.1	141.2	137.7
				80	POCONCHILE	218.1	189.3	205.5	211.9
				81	ARICA - CERRO LA CRUZ	227.7	200.3	214.7	222.0
				82	CALAMA - HOSPITAL	303.4	285.1	261.9	261.0
				83	MEJILLONES - HOSPITAL	393.7	381.3	353.2	355.8
				84	TOCOPILLA - CONSULTORIO	289.2	269.6	249.7	252.3

Tabla C2: Distancia más cercana a la ruptura calculada para estaciones que registraron sismos con magnitud $M_w \geq 6.0$ (cont.)

EVENTOS				REGISTROS						
Fecha	Hora	Mw	Fuente Sismogénica	N°	Estación	Distancia Hipocentral [km]	Distancia Epicentral [km]	Distancia más cercana a la ruptura [km]	Modelo 1	Modelo 2
30-04-2006	15:16:01	6.6	Superficial-Cortical	85	COPIAPO - HOSPITAL	100.9	99.5	81.7		83.5
				86	VALLENAR	197.5	197.0	141.6		143.1
30-04-2006	17:39:43	6.5	Subduccion-Interplaca	87	COPIAPO - HOSPITAL	100.9	99.5	67.2		73.2
				88	VALLENAR	197.5	197.0	142.8		143.2
16-07-2006	7:44:59	6.2	Ante-arco	89	COPIAPO - HOSPITAL	269.2	268.2	241.8		243.8
24-08-2006	0:45:12	6.6	Subduccion-Intraplaca-Prof. Intermedia	90	CALAMA - HOSPITAL	334.4	294.4	316.7		312.1
				91	MEJILLONES - HOSPITAL	396.6	365.2	391.1		391.8
				92	COPIAPO - HOSPITAL	457.6	432.8	457.6		457.6
12-10-2006	14:04:35	6.4	Subduccion-Interplaca	93	VIÑA DEL MAR	193.3	190.3	171.8		173.9
				94	SANTIAGO - METRO LINEA 5 EST MIRADOR	255.4	253.5	233.5		235.2
				95	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 1	193.3	190.3	171.8		173.9
				96	VIÑA DEL MAR - PUENTE MARGA-MARGA 2	193.3	190.3	171.8		173.9
14-11-2007	12:40:48	7.7	Subduccion-Interplaca	97	PUERTO PATACHE	212.8	209.7	184.3		184.6
				98	EL LOA	146.9	142.0	116.9		117.4
				99	TOCOPILLA - GOBERNACION	77.3	66.9	52.9		46.1
				100	COPIAPO - HOSPITAL	519.1	519.3	440.2		442.3
				101	ALTO HOSPIICIO	271.1	269.0	241.6		243.0
				102	FUERTE BAQUEDANO	290.5	288.7	258.6		260.7
				103	IQUIQUE - ESCUELA PUBLICA CHIPANA	273.9	271.9	244.6		245.9
				104	TOCOPILLA - SOQUIMICH	77.4	67.0	53.0		46.2
				105	SAN PEDRO DE ATACAMA	211.1	208.1	179.7		196.0
				106	TOCOPILLA - CONSULTORIO	76.0	65.4	52.0		44.9
				107	MEJILLONES - HOSPITAL	64.4	51.5	33.9		25.2
				108	CALAMA - HOSPITAL	139.7	134.5	115.1		117.4
				109	PICA - CONSULTORIO	263.5	261.3	229.0		231.5
				110	IQUIQUE - HOSPITAL	277.8	275.8	248.6		249.9
				111	PISAGUA - RETEN	345.5	344.2	316.8		317.8
				112	POCONCHILE	472.2	471.9	442.7		443.8
				113	ANTOFAGASTA - U. CATOLICA DEL NORTE	118.0	111.9	46.9		49.8



$A_{rup} = 7000 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

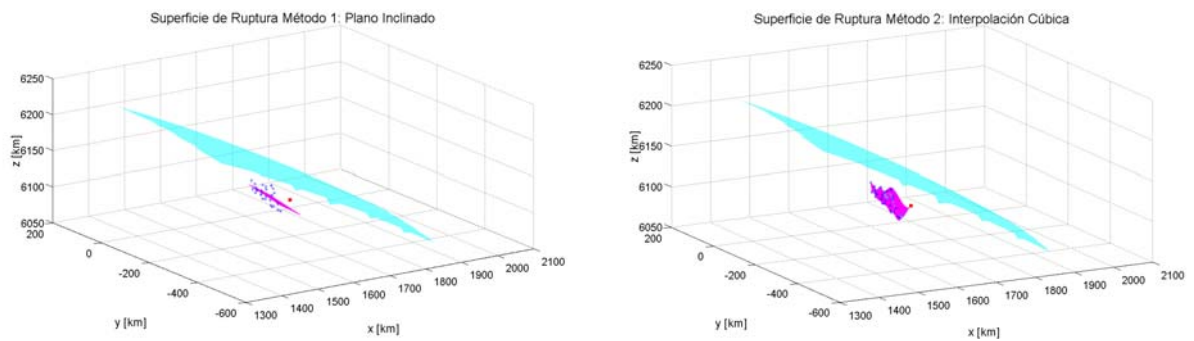
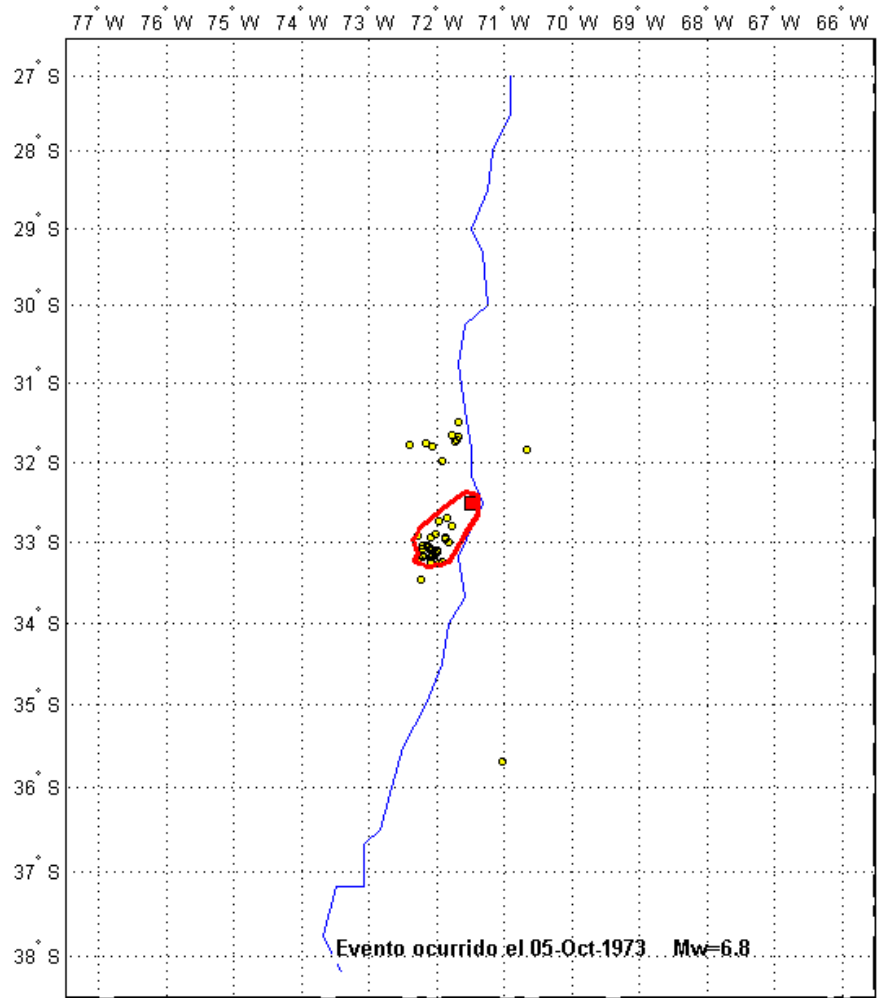


Figura C1: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 08-07-1971.



$A_{rup} = 2700 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

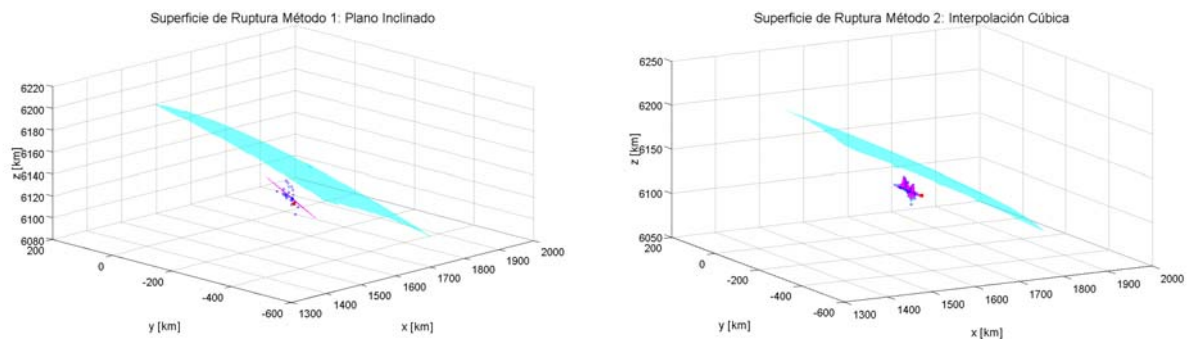
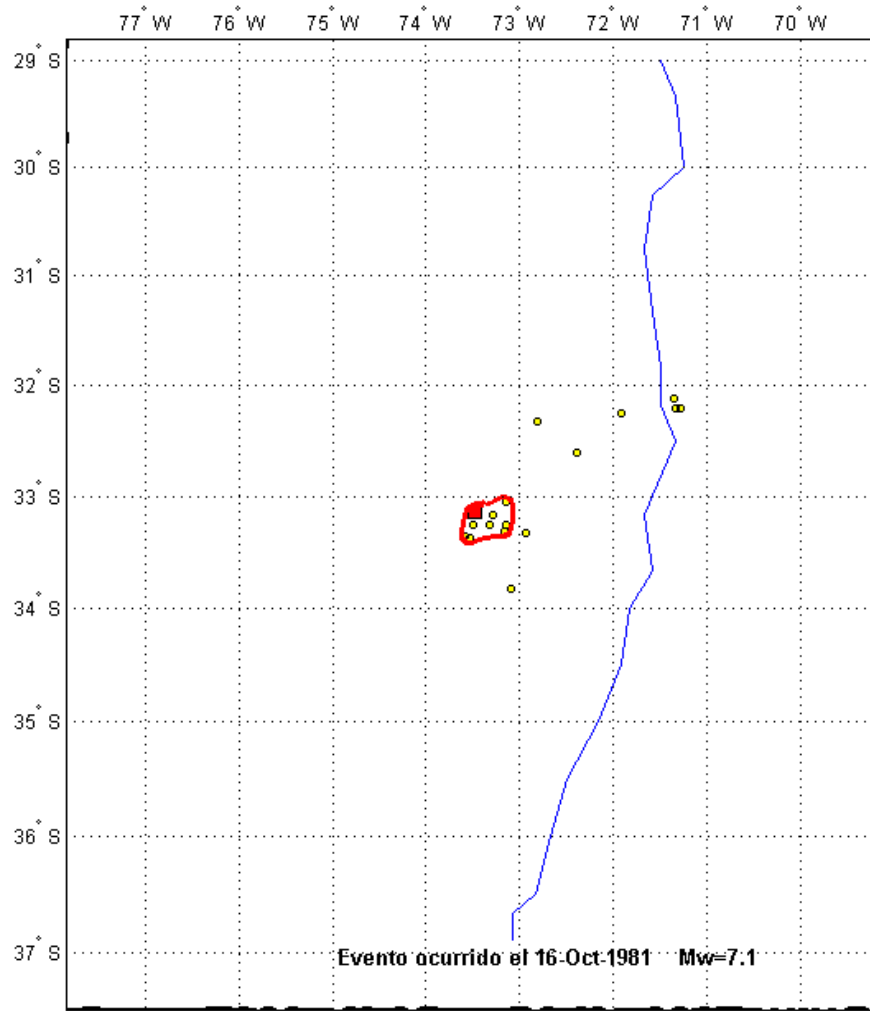


Figura C2: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 05-10-1973.



$A_{rup} = 1700 \text{ km}^2$. Modelación realizada con información limitada (pocos datos de réplicas)

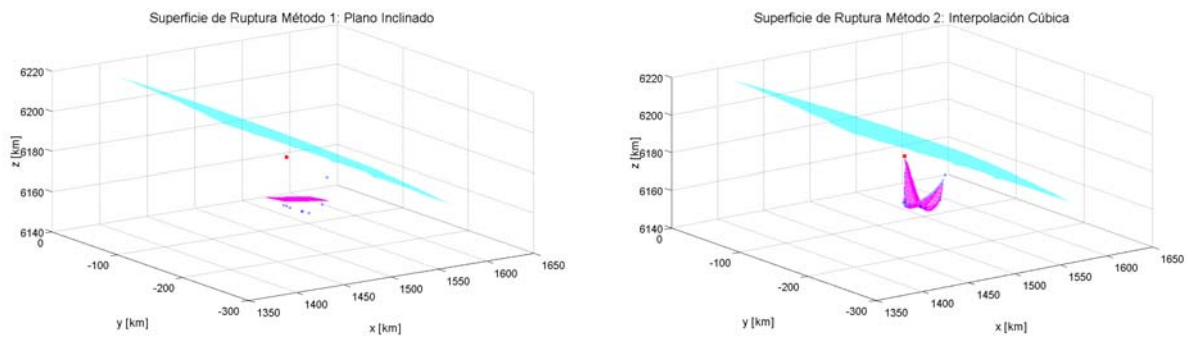
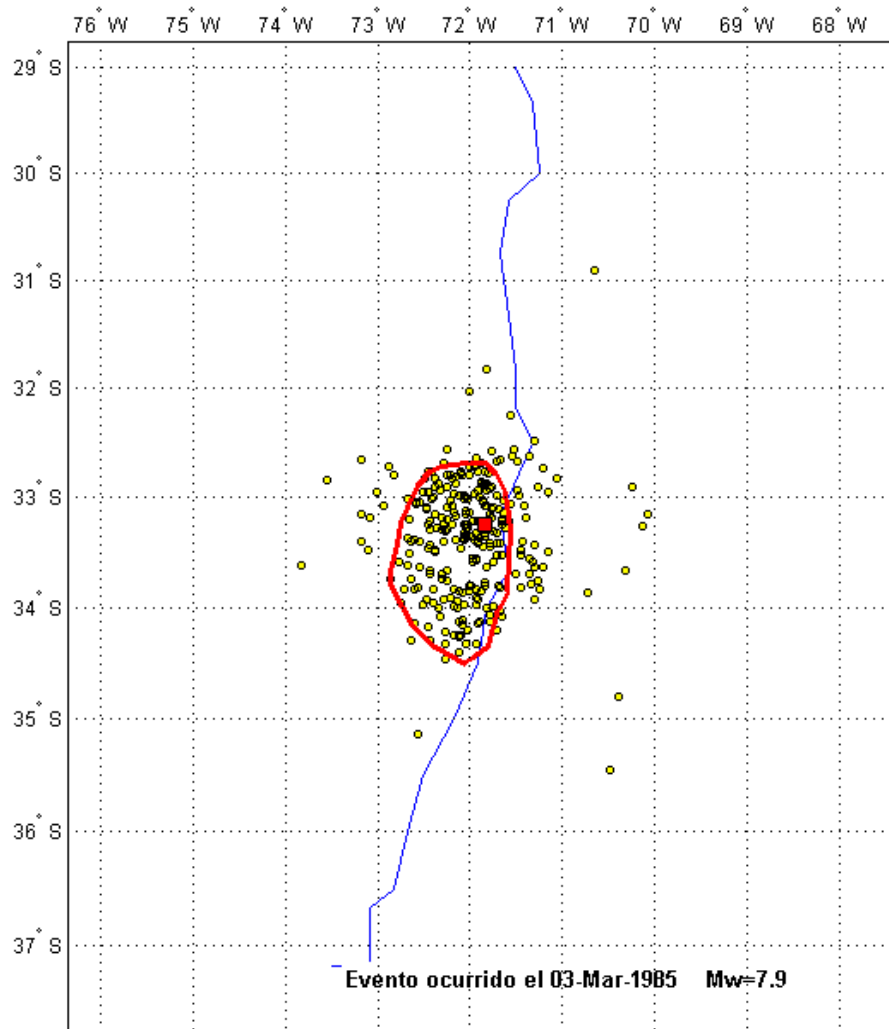


Figura C3: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 16-10-1981.



$A_{rup} = 18700 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

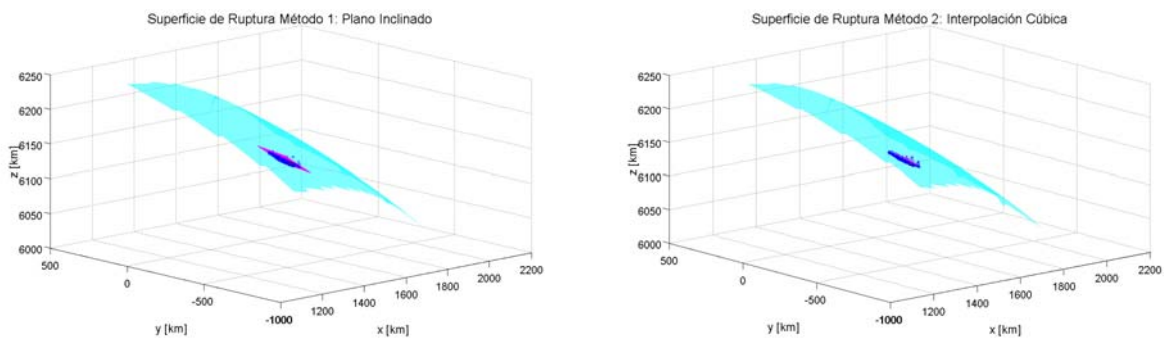
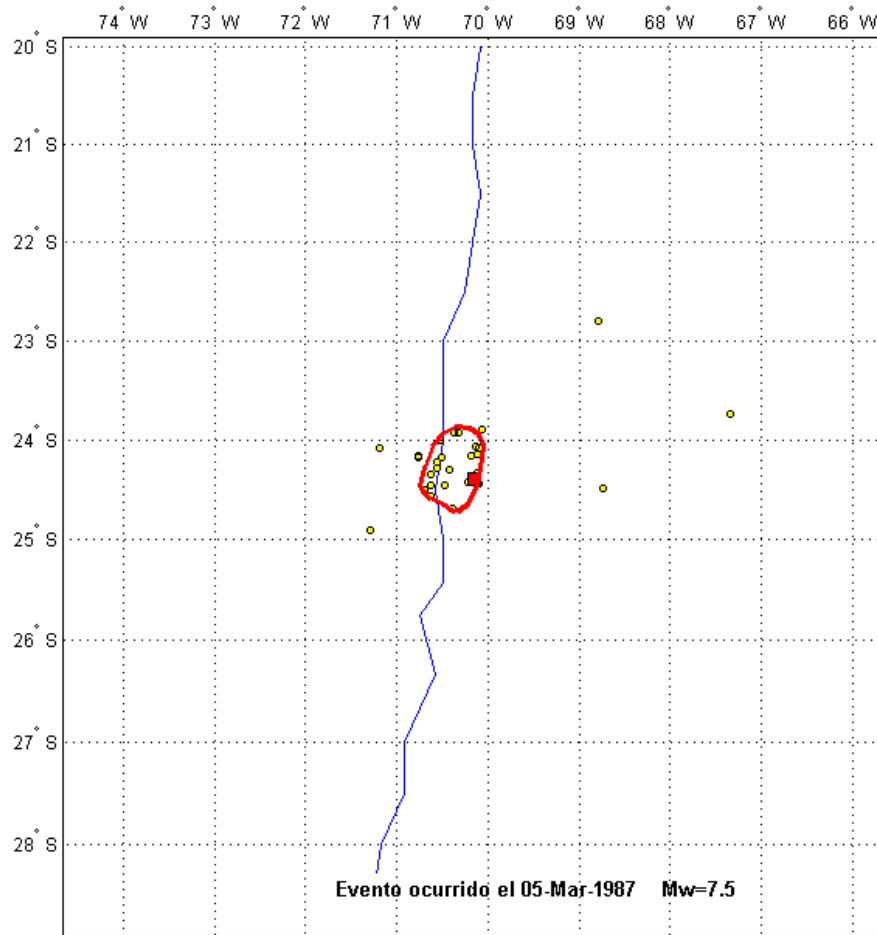


Figura C4: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 03-03-1985 (22:46:57 hrs.)



$A_{rup} = 4700 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

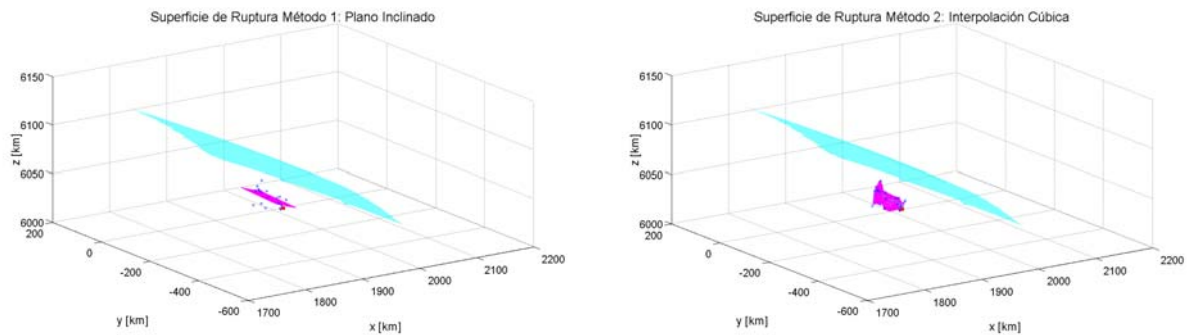
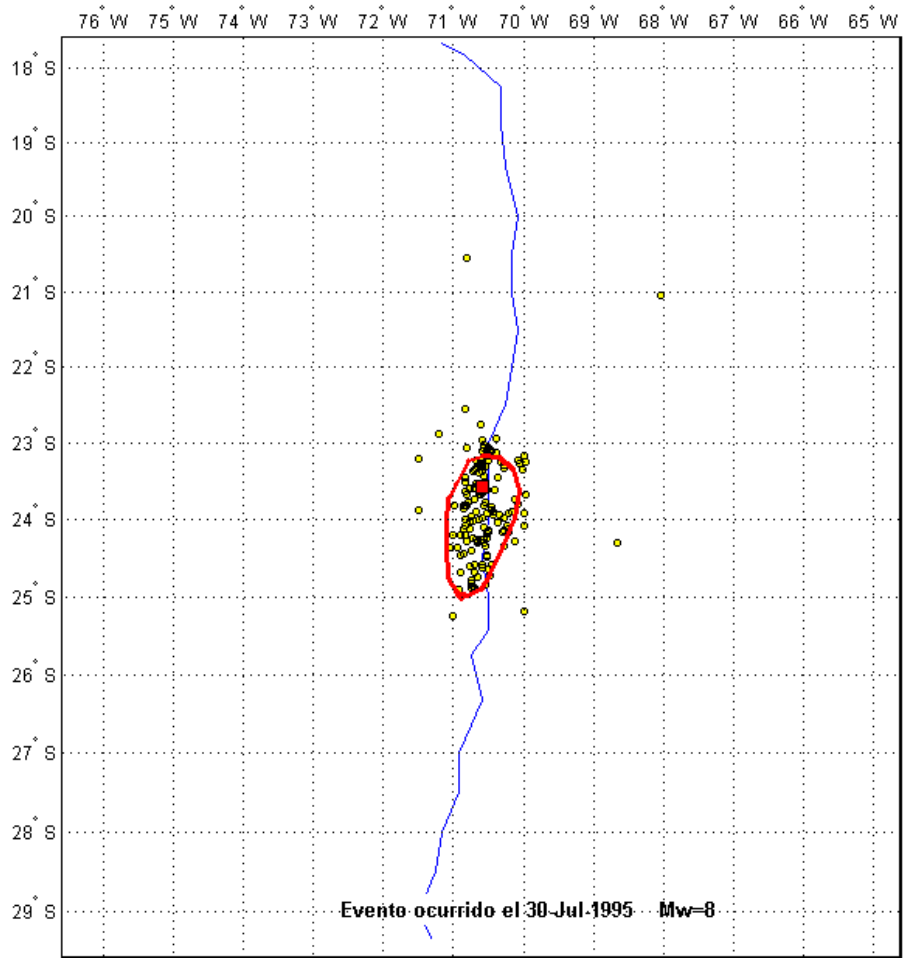


Figura C5: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 05-03-1987.



$A_{rup} = 16650 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

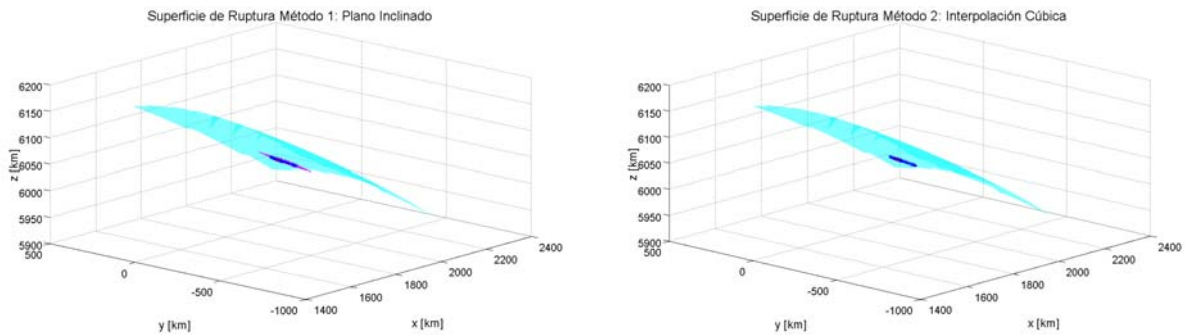
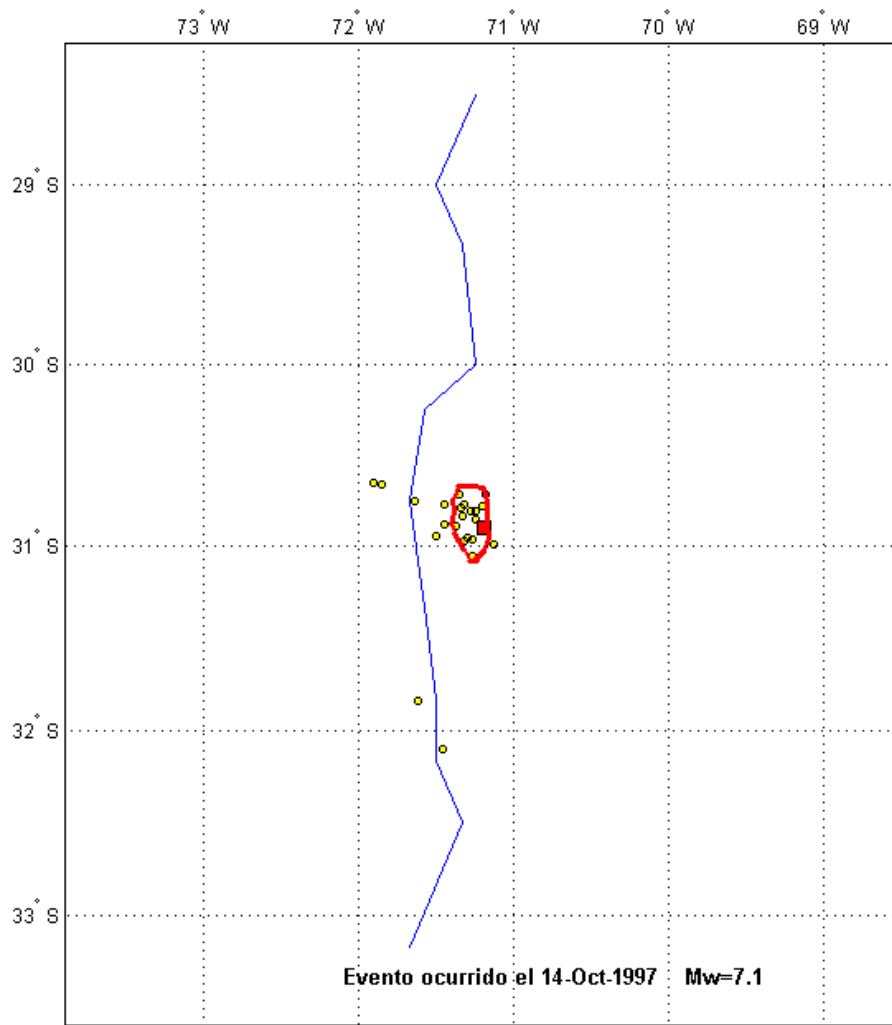


Figura C6: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 30-07-1995.



$A_{rup} = 800 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

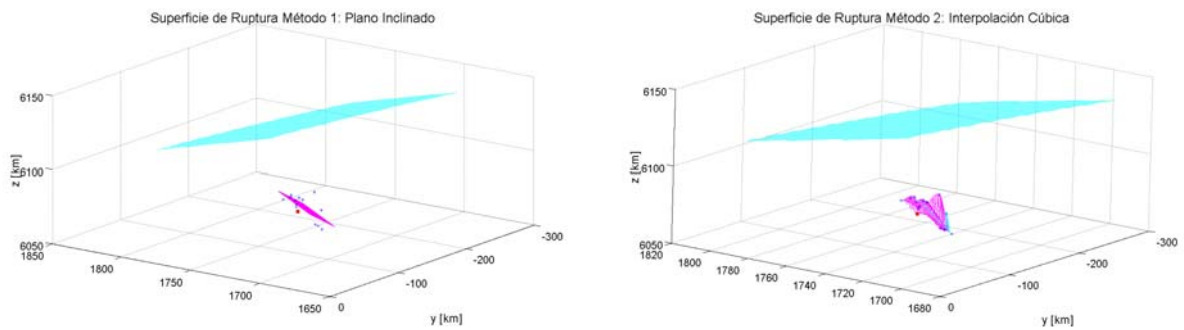
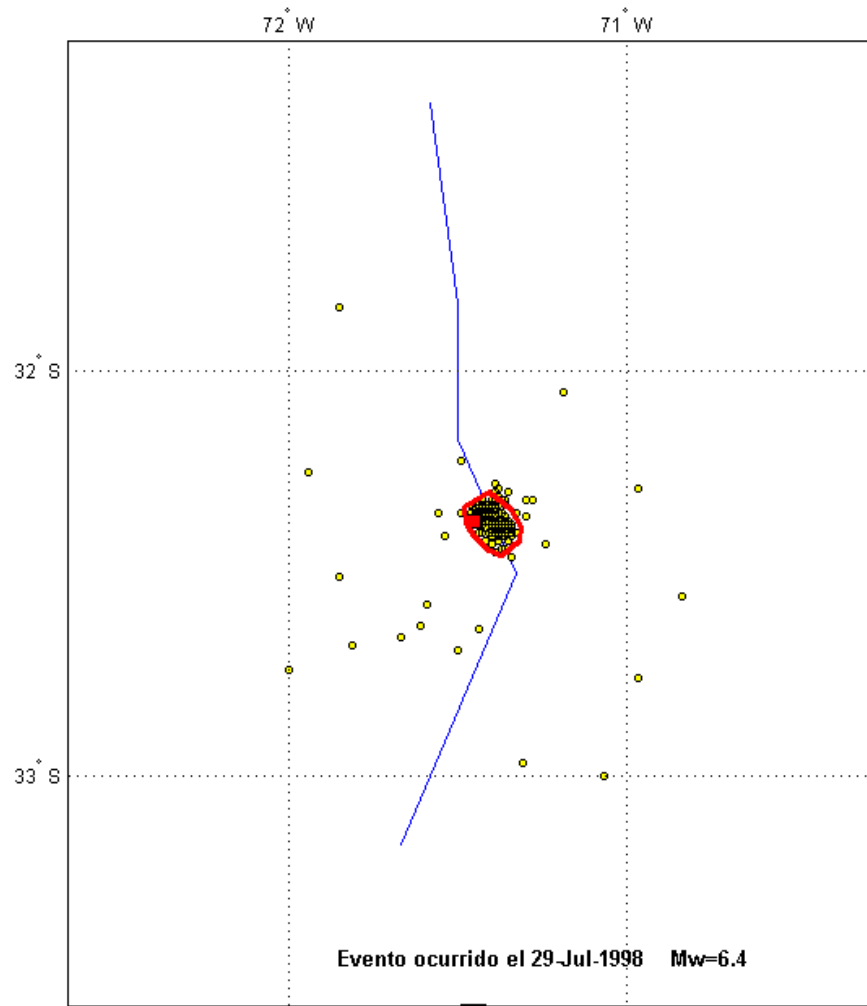


Figura C7: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 14-10-1997.



$A_{rup} = 180 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

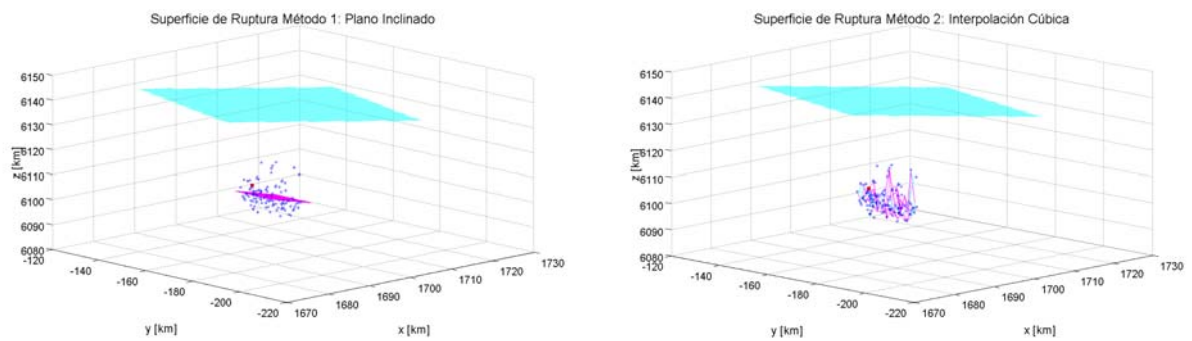
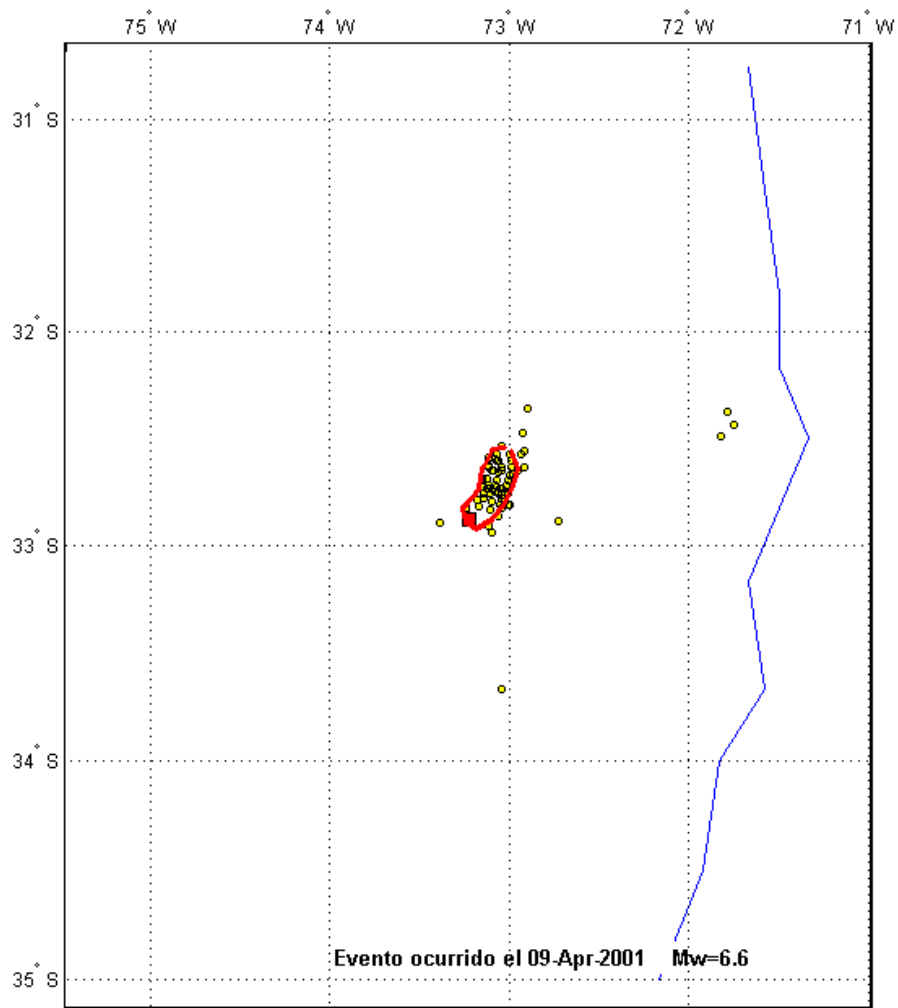


Figura C8: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 29-07-1998.



$A_{rup} = 650 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

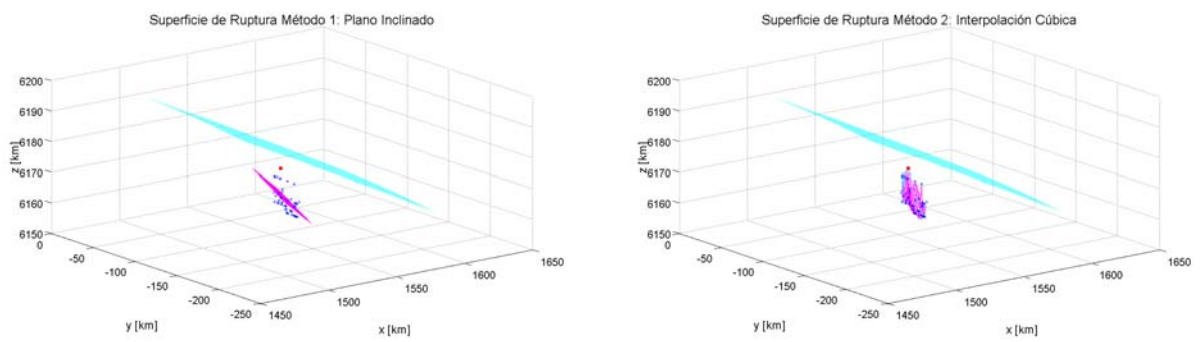
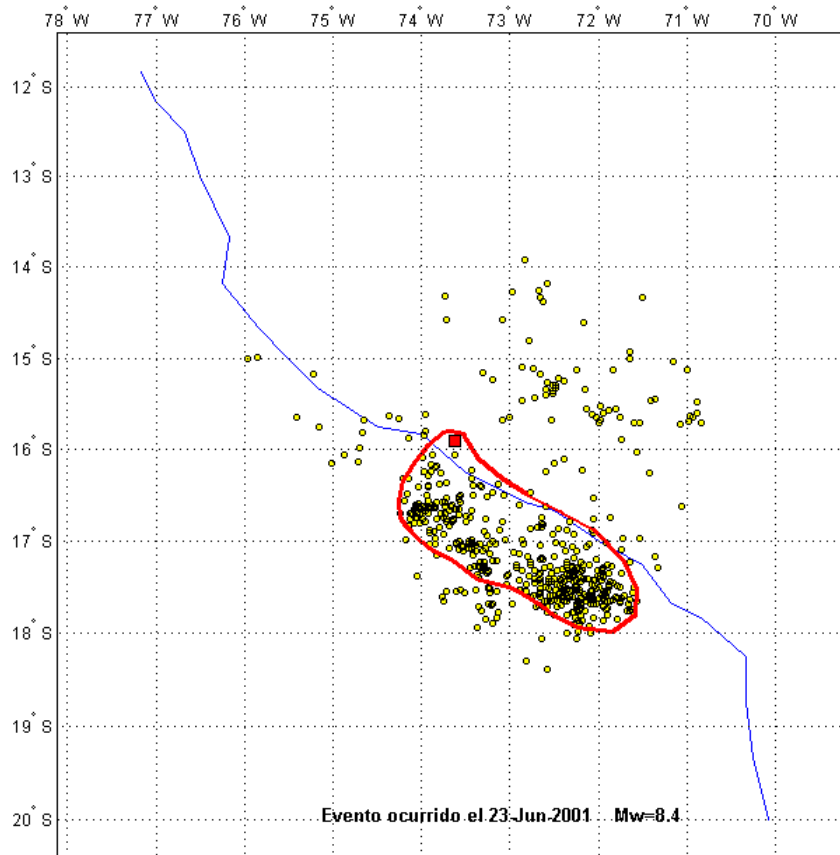


Figura C9: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 09-04-2001.



$A_{rup} = 32000 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

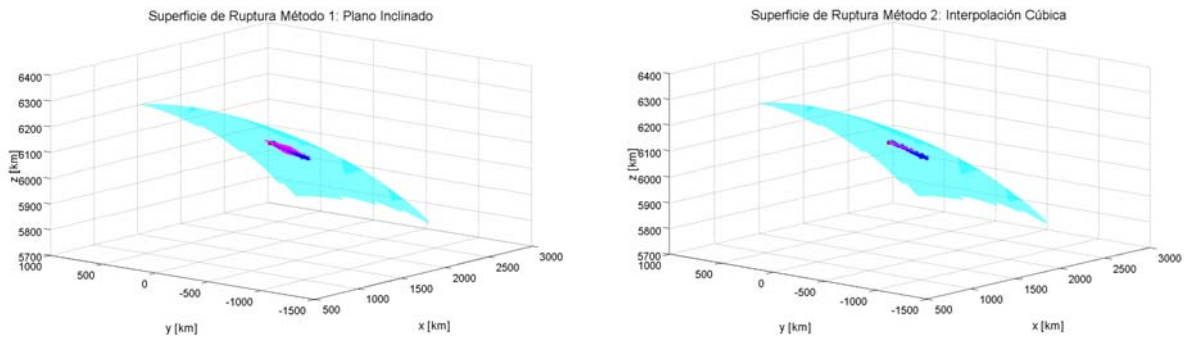
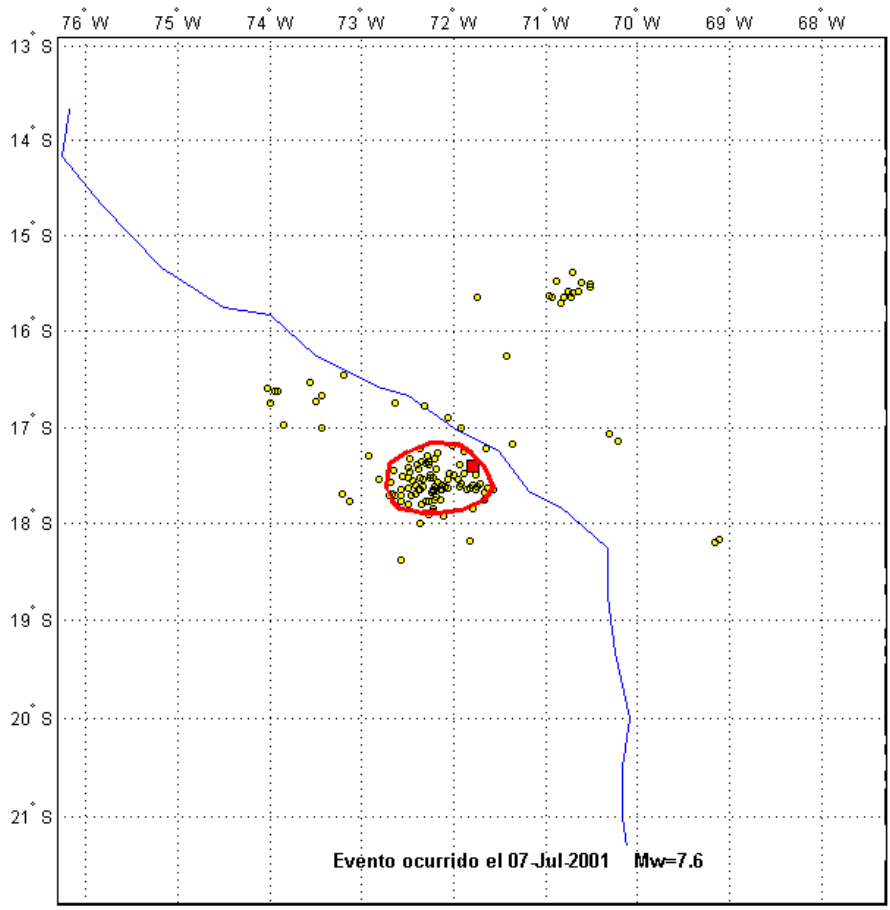


Figura C10: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 23-06-2001.



$A_{rup} = 7700 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

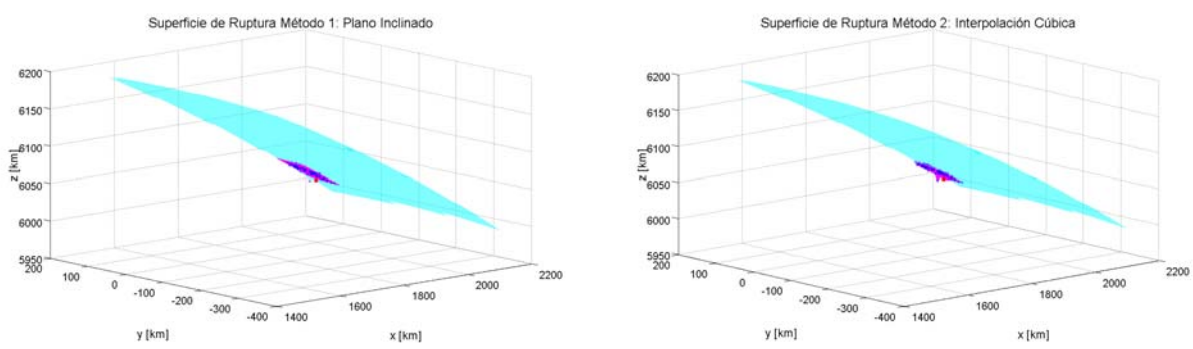
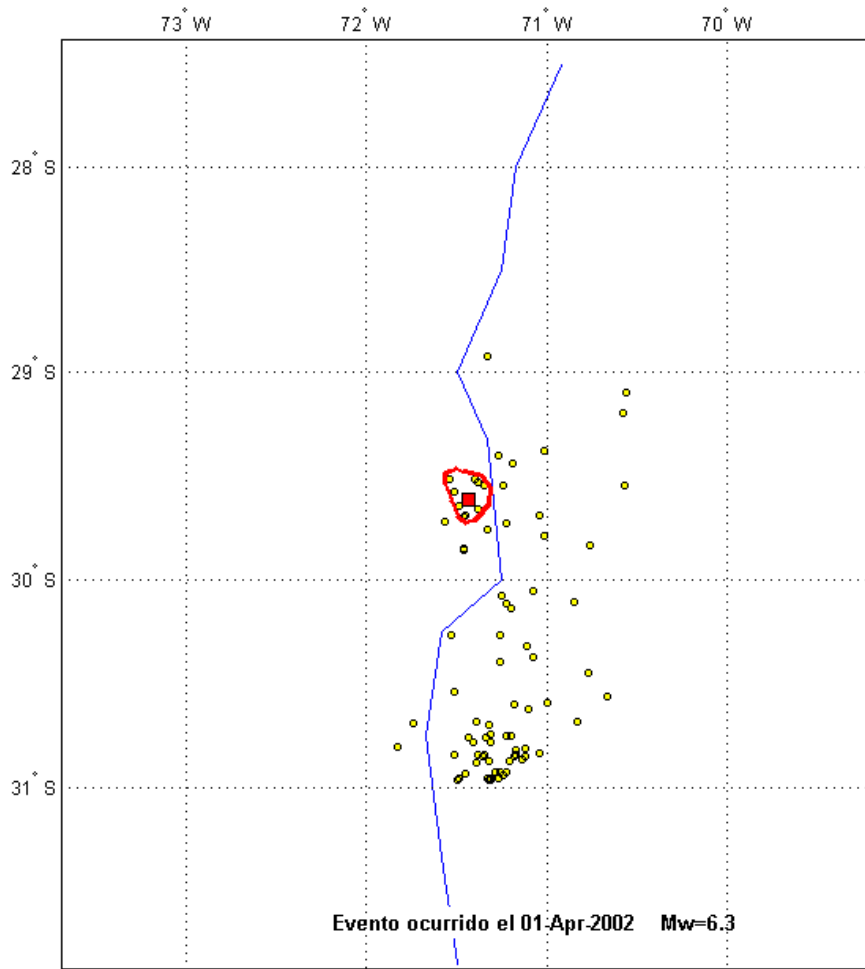


Figura C11: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 07-07-2001.



$A_{rup} = 500 \text{ km}^2$. Modelación realizada con información limitada (pocos datos de réplicas)

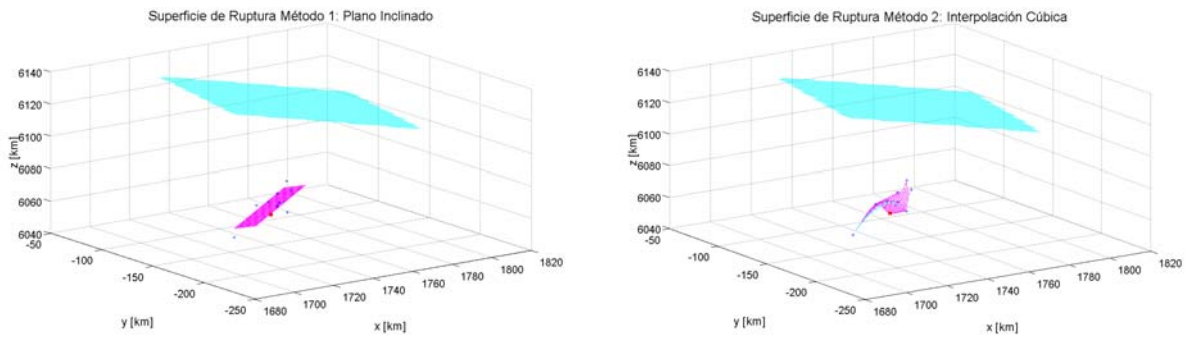
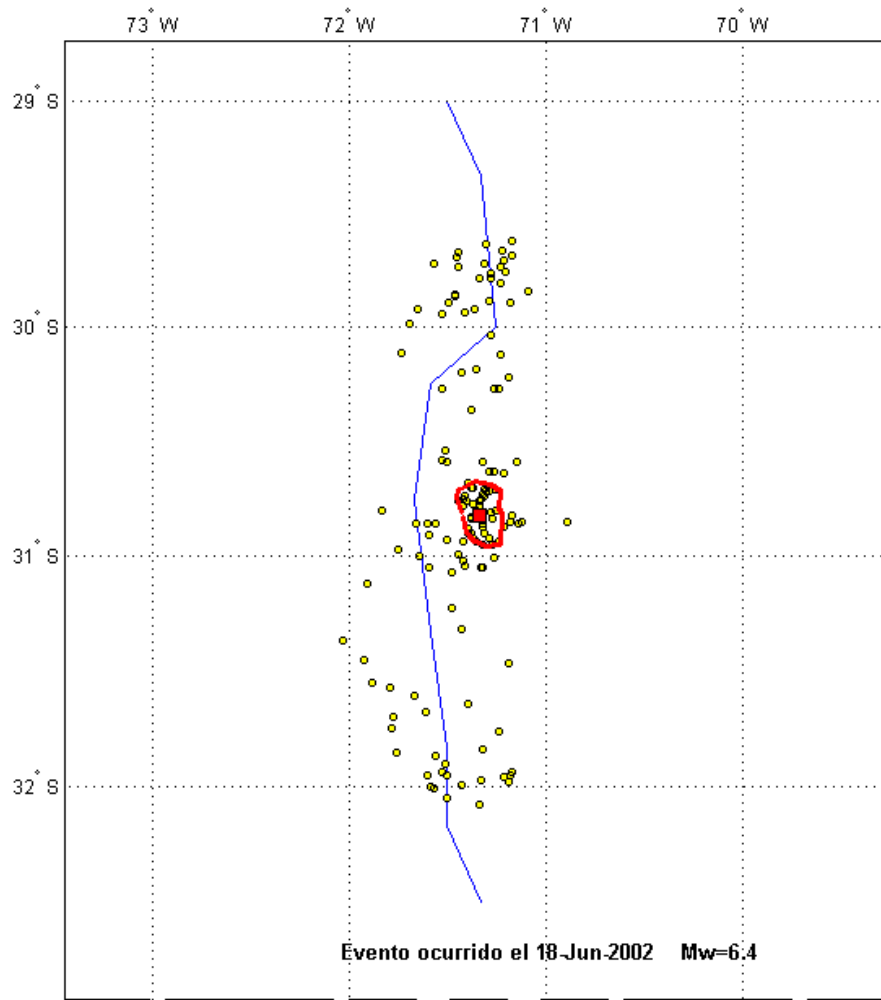


Figura C12: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 01-04-2002.



$A_{rup} = 500 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

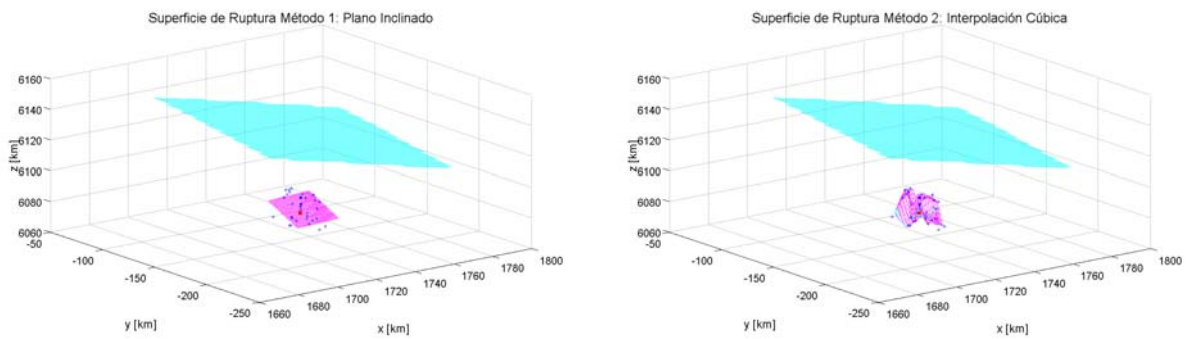
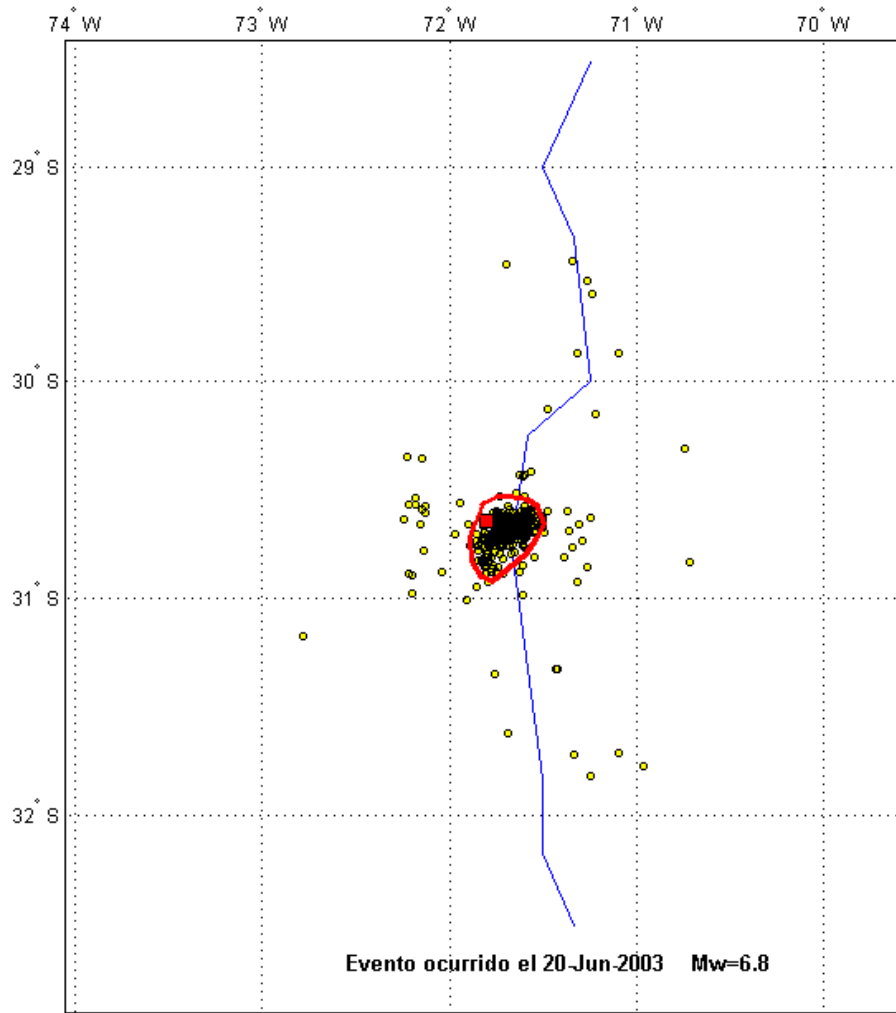


Figura C13: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 18-06-2002.



$A_{rup} = 1100 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

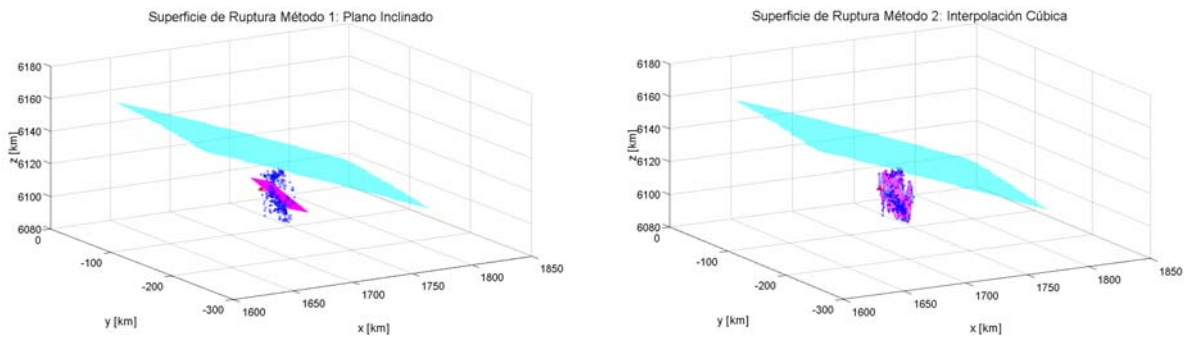
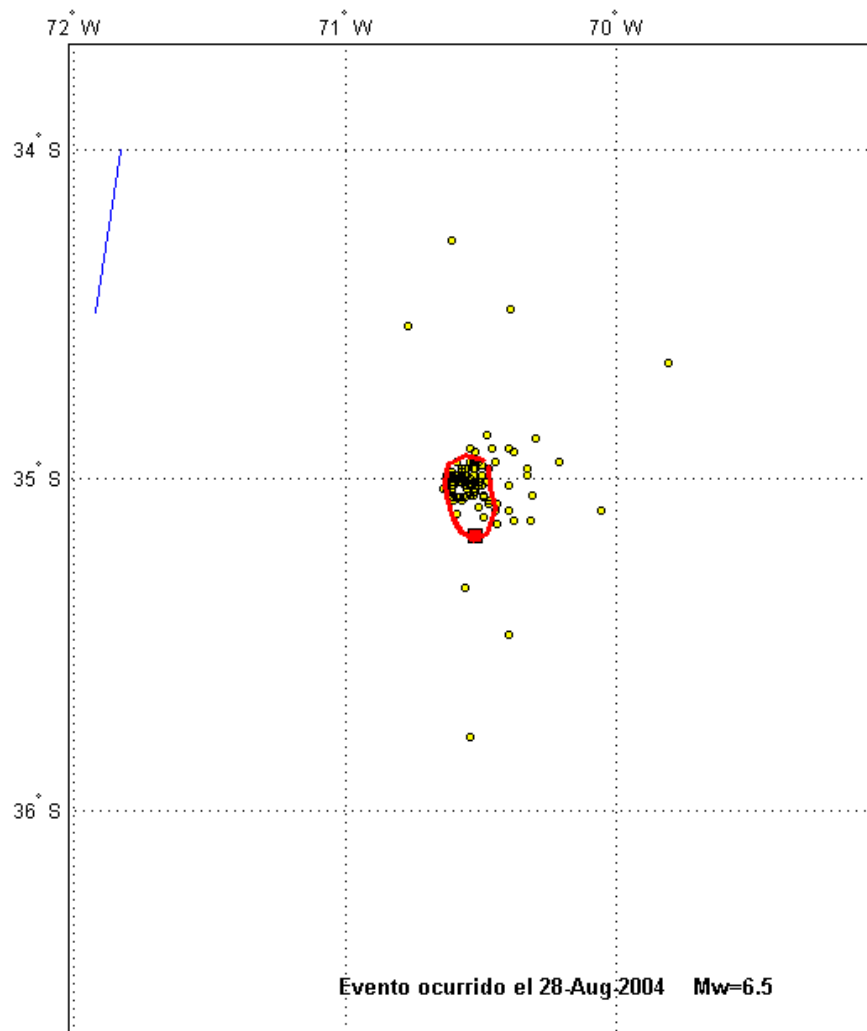


Figura C14: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 20-06-2003.



$A_{rup} = 350 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

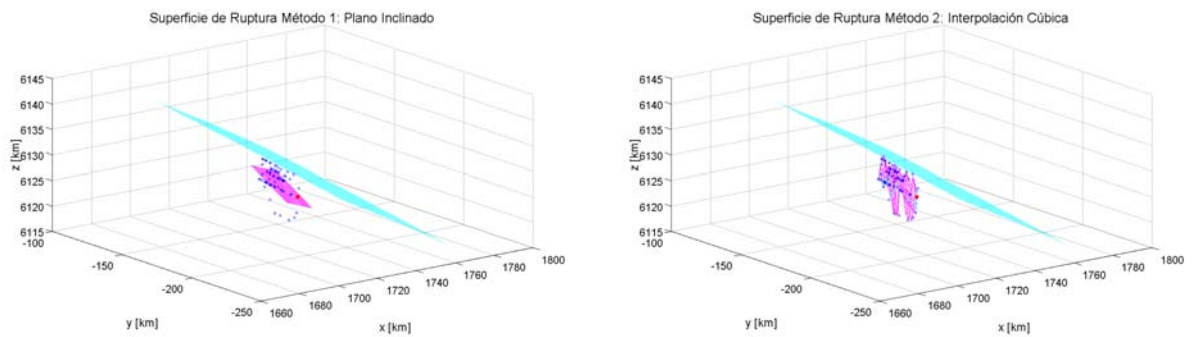
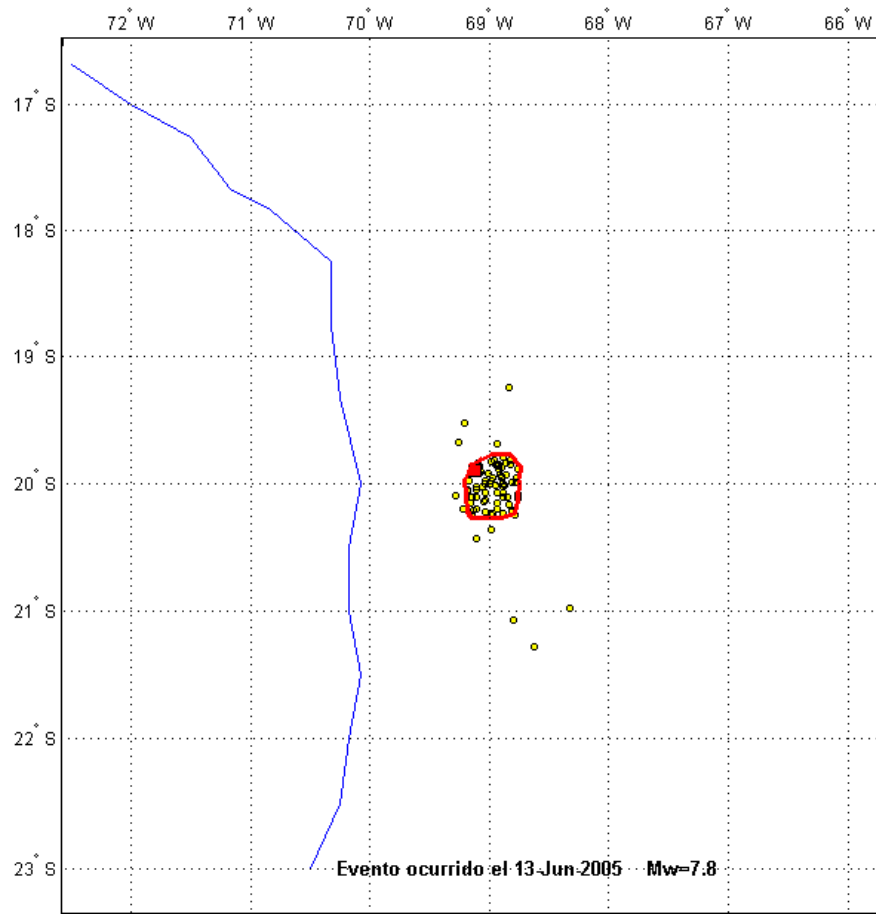


Figura C15: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 28-08-2004.



$A_{rup} = 2300 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

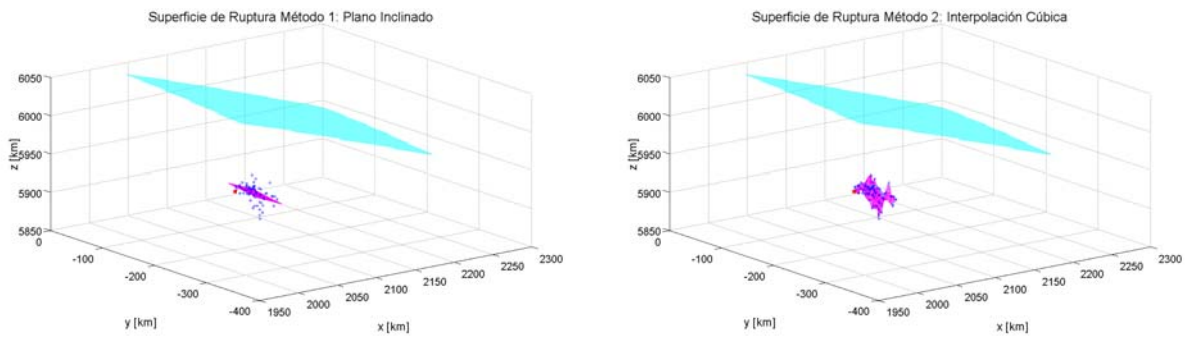
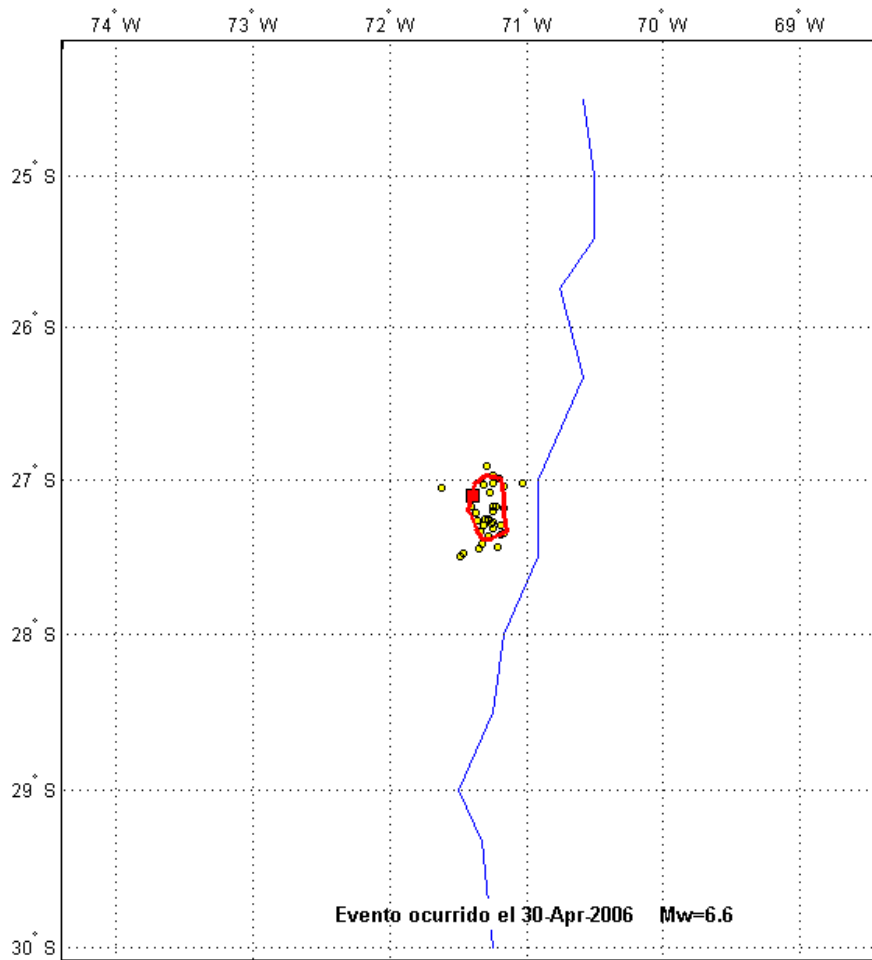


Figura C16: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 13-06-2005.



$A_{rup} = 980 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

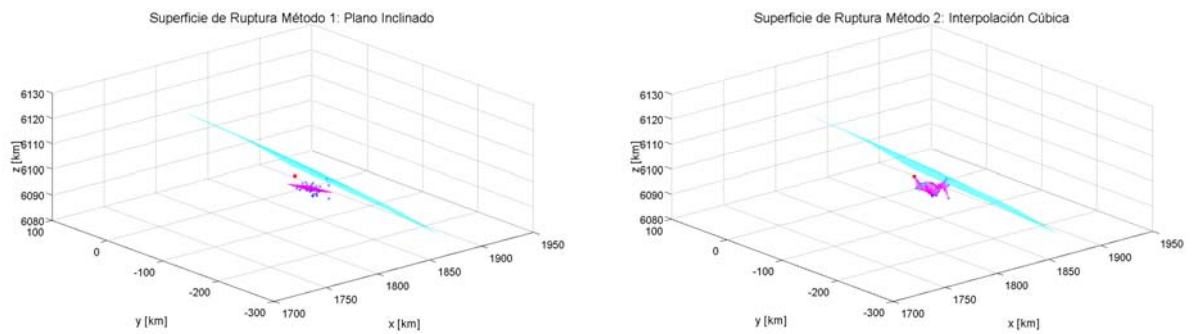
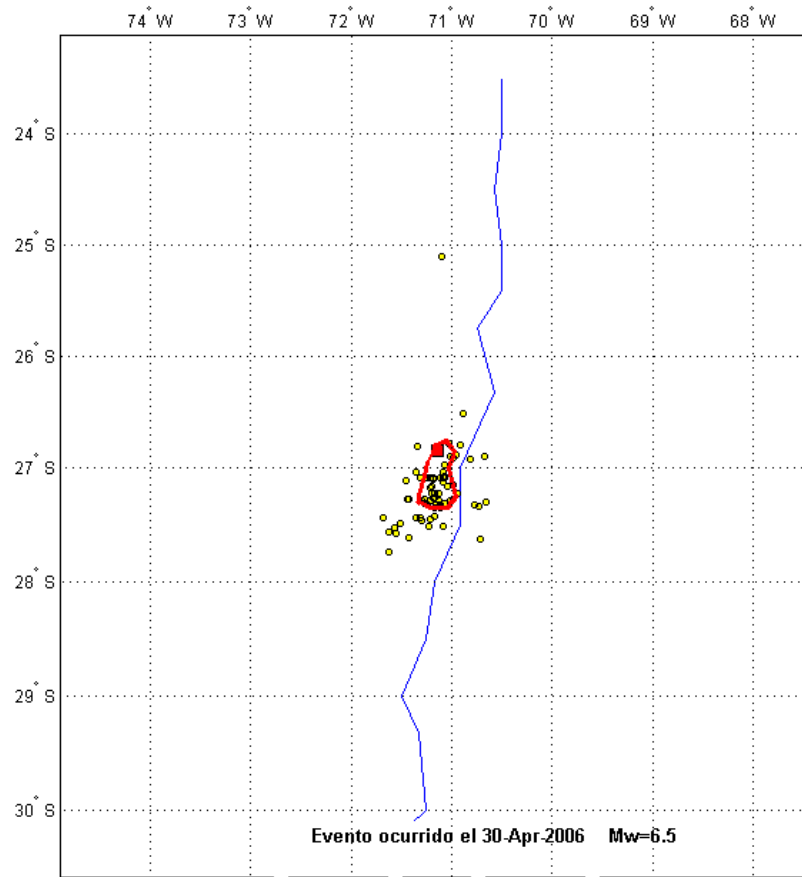


Figura C17: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 30-04-2006 (15:16:01 hrs.)



$A_{rup} = 1680 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

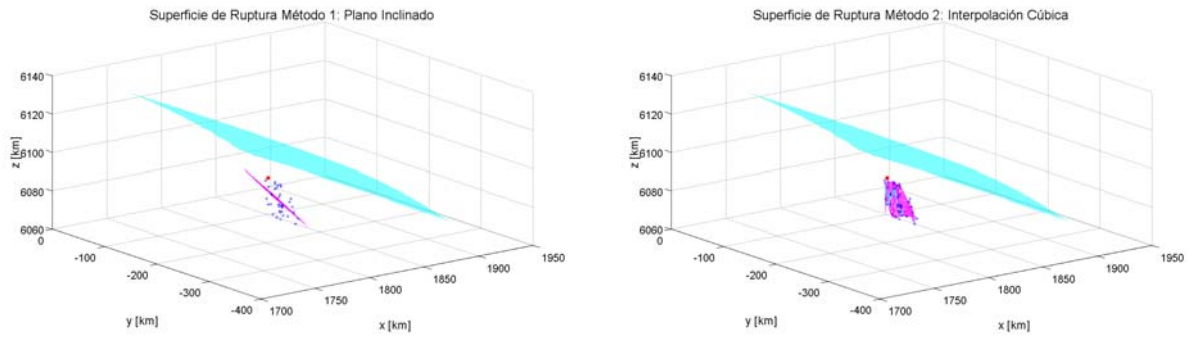
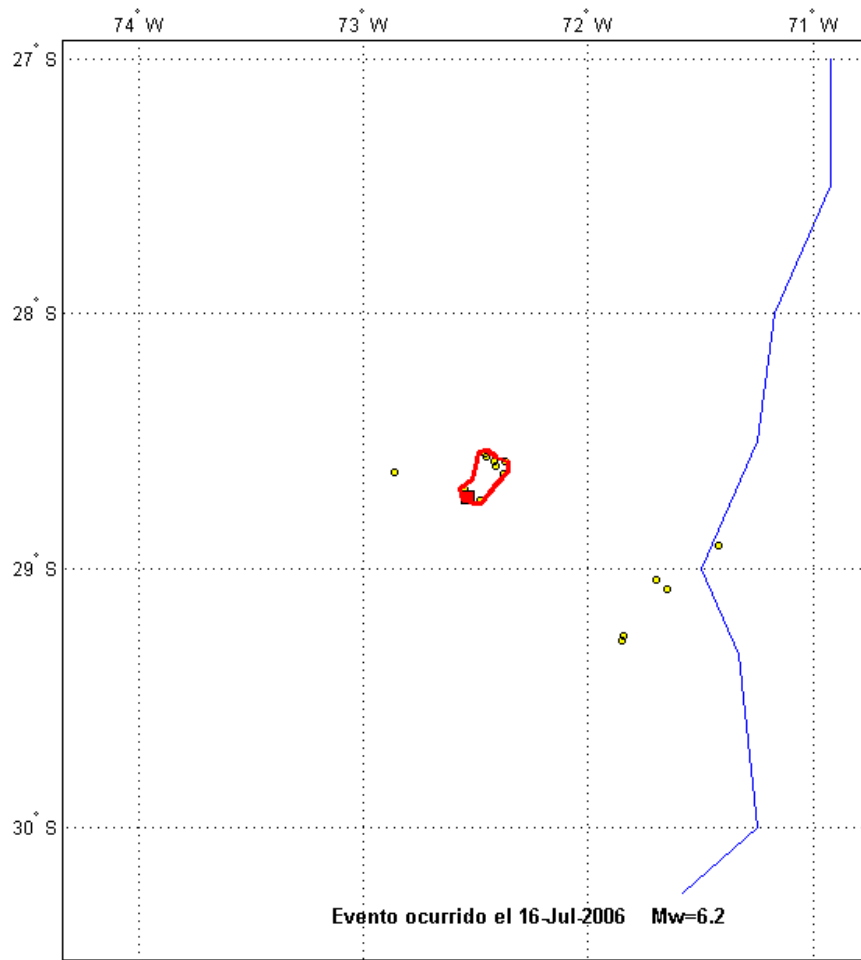


Figura C18: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 30-04-2006 (17:39:43 hrs.)



$A_{rup} = 250 \text{ km}^2$. Modelación realizada con información limitada (pocos datos de réplicas)

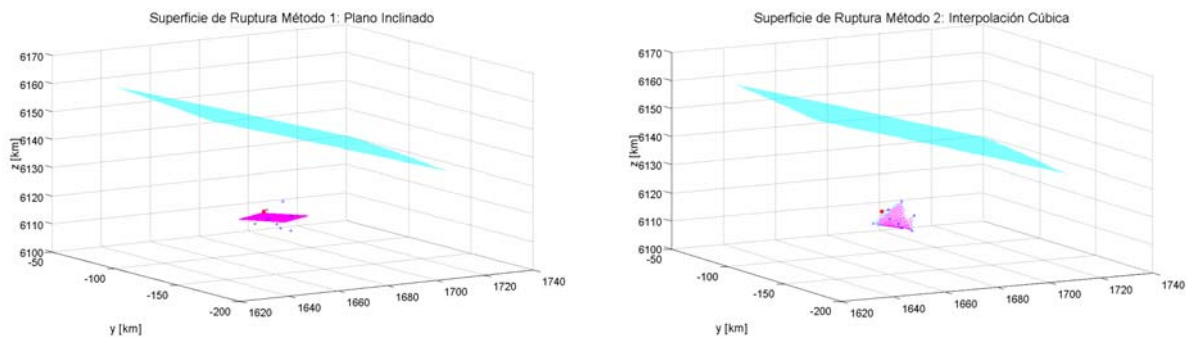
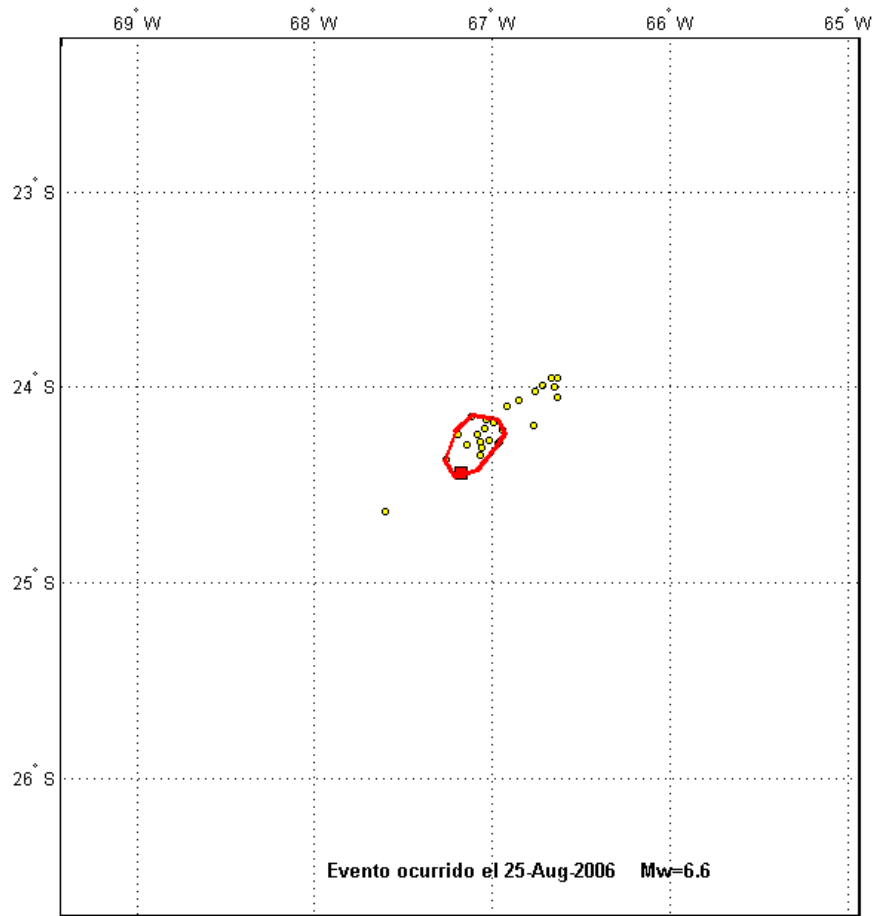


Figura C19: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 16-07-2006.



$A_{rup} = 750 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

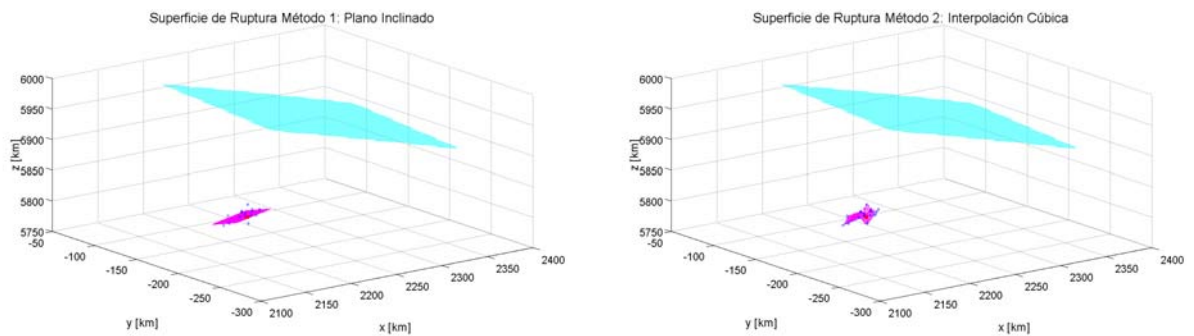
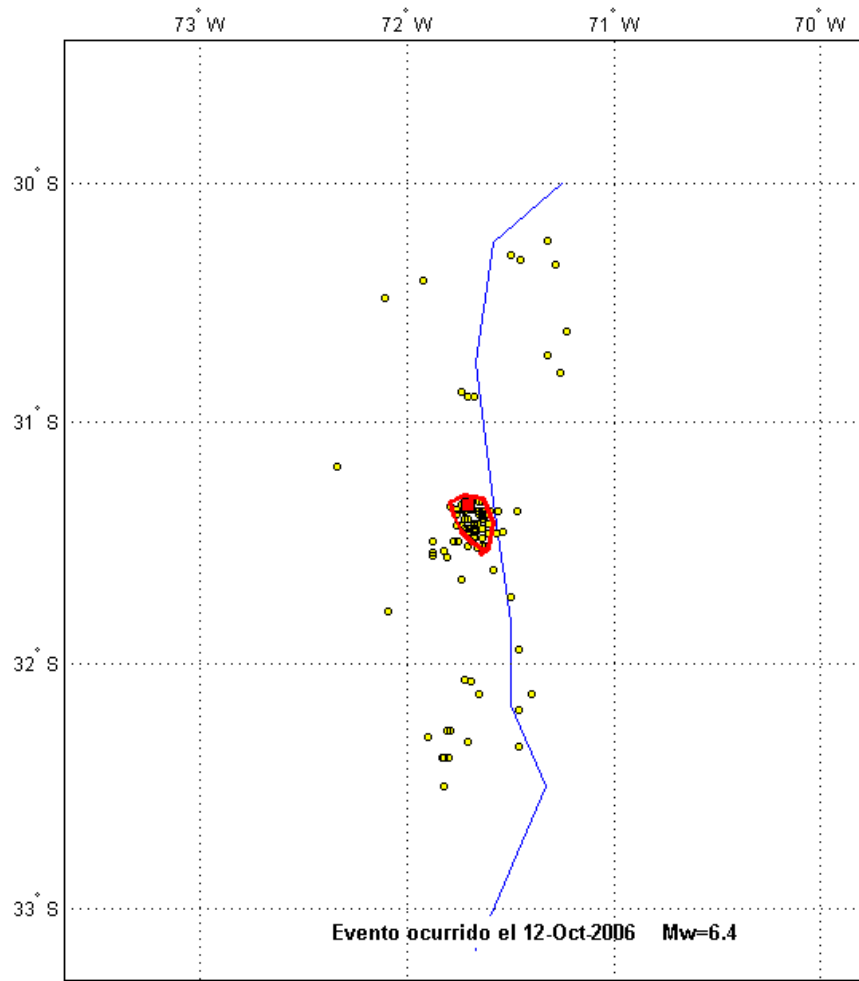


Figura C20: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 25-08-2006.



$A_{rup} = 300 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

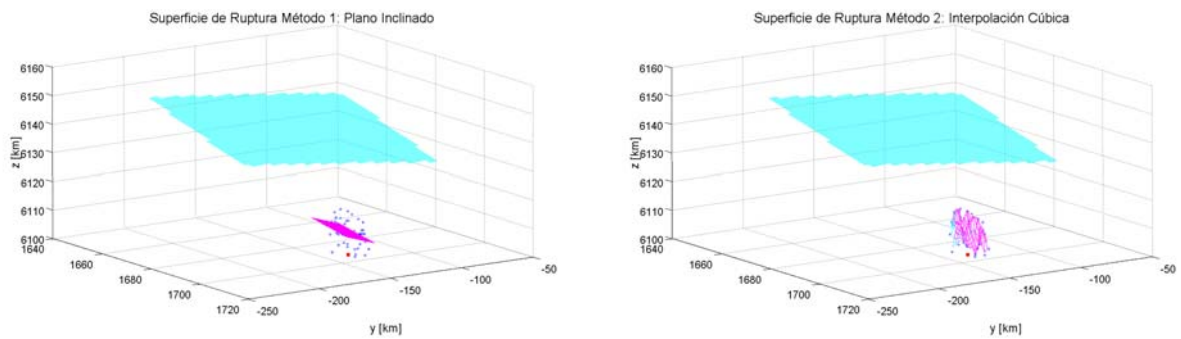
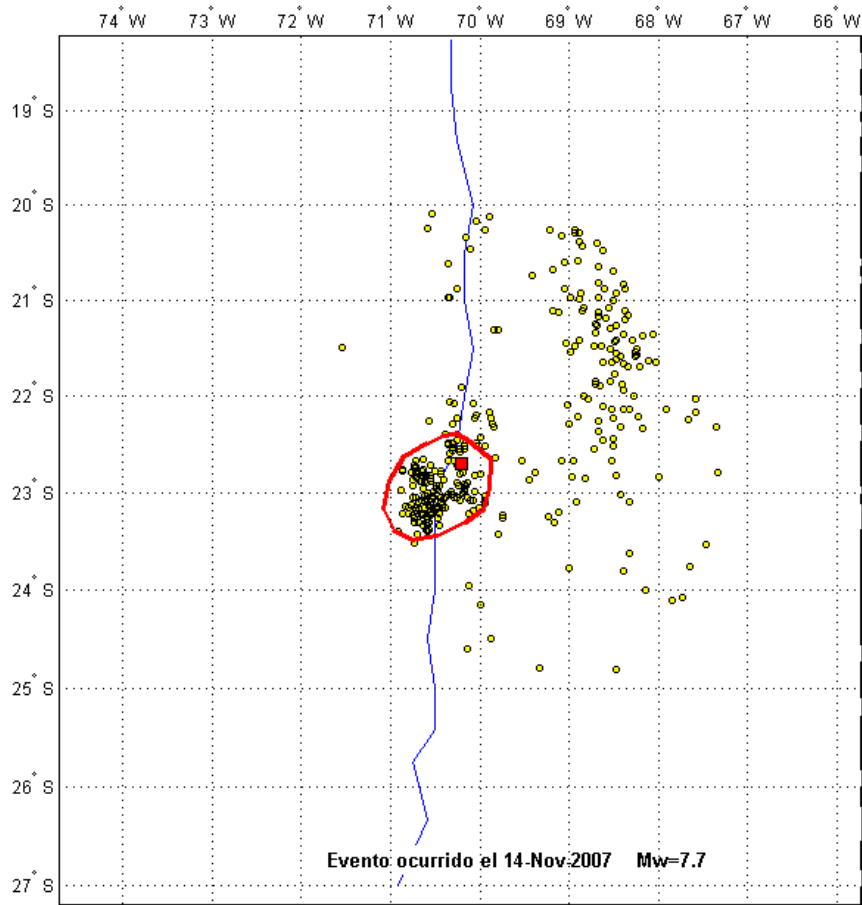


Figura C21: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 12-10-2006.



$A_{rup} = 7500 \text{ km}^2$. Modelación realizada con suficiente información (suficientes datos de réplicas)

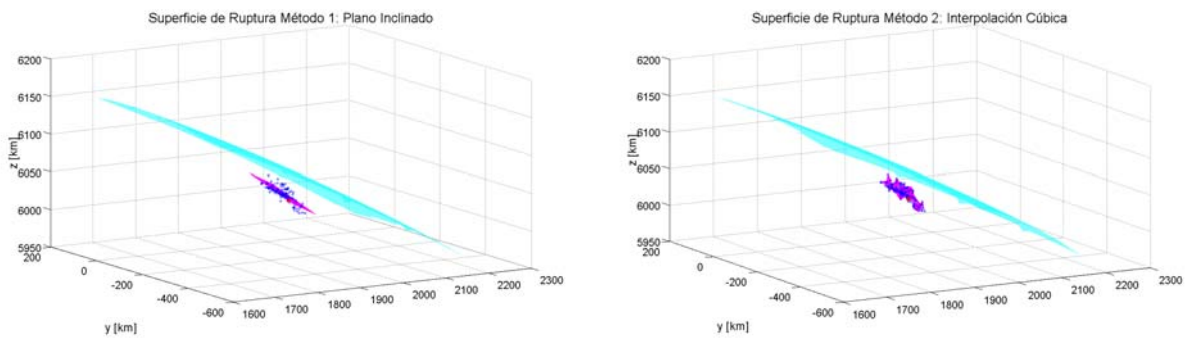


Figura C22: Modelación del área de ruptura evento ocurrido el 14-11-2007.

ANEXO D: FUNCIONES MATLAB.

La base de datos es manejada a través del programa computacional MATLAB, en base a *estructuras*, los cuales son arreglos de MATLAB utilizados para guardar variados tipos de datos (texto, números, matrices, subestructuras, entre otros). Está dividida en 3 estructuras principales, las cuales contienen distintos *campos*:

1. **Eventos:** *baseeventos*, es la estructura de la base de datos que contiene la información de cada sismo. Los campos de esta estructura se muestran en la Tabla D1.

Tabla D1: Campos de la estructura baseeventos.

Nombre del campo	Descripción
- índice:	<i>Número que indica la posición del evento dentro de la estructura</i>
- Nombre:	<i>Nombre del evento</i>
- Fecha:	<i>Fecha y hora del evento [año mes día hora min seg]</i>
- Ubicación	<i>Coordenadas del hipocentro del evento</i>
- Latitud:	<i>En grados</i>
- Longitud:	<i>En grados</i>
- Profundidad:	<i>En kilómetros</i>
- Magnitud	<i>Magnitudes reportadas en informe del evento</i>
- M:	<i>Magnitud</i>
- Ms:	<i>Magnitud de ondas superficiales</i>
- Mw:	<i>Magnitud de Momento</i>
- Mb:	<i>Magnitud de ondas internas</i>
- MI:	<i>Magnitud Local</i>
- Mc:	<i>Magnitud de Coda</i>
- Md:	<i>Magnitud de Duración</i>
- Fuente Sismogénica :	<i>[1] = 'Ante-arco' [2] = 'Subducción-Interplaca' [3] = 'Subduccion-Intrap-Prof.Interme' [4] = 'Subduccion-Intraplaca-Profundo' [5] = 'Superficial-Cortical' [6] = 'Transcurrente' [7] = 'Sin Información'</i>

2. **Registros:** *baseregistros*, es la estructura de la base de datos que contiene la información de cada registro. Los campos de esta estructura se muestran en la Tabla D2.

Tabla D2: Campos de la estructura *baseregistros*.

Nombre del campo	Descripción
- índice:	<i>Número que indica la posición del registro dentro de la estructura</i>
- Nombre	<i>Nombre del archivo de registro</i>
- Fecha	<i>Fecha y hora del registro [año mes día hora min seg]</i>
- Estación	<i>Código de la Estación asociada a este registro</i>
- Equipo	<i>Propiedades del acelerógrafo</i>
- Amortiguamiento	<i>Amortiguamiento característico</i>
- Período	<i>Período característico</i>
- Sensibilidad	<i>Sensibilidad</i>
- Modelo	<i>Modelo del equipo</i>
- Orientación	<i>Indica la orientación de cada componente del acelerógrafo</i>
- Comp1	<i>Orientación de la componente 1</i>
- Comp2	<i>Orientación de la componente 2</i>
- Comp3	<i>Orientación de la componente 3</i>
- Fs	<i>Frecuencia de muestreo del instrumento</i>
- nSerie	<i>Número de serie del instrumento</i>
- TipoArchivo	<i>Tipo de archivo del registro (V1 o V2)</i>
- Filtro	<i>Filtros aplicados al registro</i>
- Unid	<i>Unidades en que se encuentran los datos</i>
- Evento	<i>Índice del evento asociado a este registro</i>
- MMI	<i>Intensidad de Mercalli Modificada en el lugar de la estación reportada</i>
- Archivo	<i>Dirección donde está la matriz con los datos de aceleración, velocidad y desplazamiento del registro</i>
-Acelmax	<i>Aceleración máxima de las componentes</i>
-Acelsa	<i>Aceleración espectral componentes horizontales</i>
-Disthipo	<i>Distancia Hipocentral del registro</i>
-Distepi	<i>Distancia Epicentral del registro</i>
-Distfuente	<i>Distancia más cercana a la ruptura</i>

3. **Estaciones:** *baseestacion*, es la estructura de la base de datos que contiene la información de cada estación de registro. Los campos de esta estructura se muestran en la Tabla D3.

Tabla D3: Campos de la estructura *baseestacion*

Nombre del campo	Descripción
-Nombre	<i>Nombre de la Estación</i>
- Ubicación	<i>Coordenadas de la estación</i>
-Latitud	<i>En grados</i>
-Longitud	<i>En grados</i>
- Altitud	<i>En kilómetros</i>
-Suelo	<i>Definición de Tipo de Suelo de Fundación de la Estación (NCh433 of96)</i>
-Zona	<i>Zonificación Sísmica (NCh433 of96)</i>

A continuación se muestran las rutinas MATLAB utilizadas en este estudio, tanto para obtención de las áreas de ruptura como el desarrollo de las curvas de atenuación.

function ruptura(sismo,numevent,Mmin,R,nd,porcentaje_datos,limprof)

```
%ruptura(sismo,nevent,Mmin,R,nd,porcentaje_datos,limprof);
%Función que grafica los epicentros de los movimientos sísmicos contenidos en el
%archivo sismo que tienen magnitud mayor o igual a Mmin, dentro de un radio R(km) y en
%un lapso de nd días a partir de la fecha inicial del archivo.
%Además permite seleccionar los puntos deseados para modelar la superficie de ruptura a
%través de la función ruptura3D, con el fin de obtener la menor distancia desde las
%estaciones de registro al área de ruptura.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% sismo debe ser un archivo de texto con las siguientes columnas:
% col1 Año (yyyy)
% col2 Mes (mm)
% col3 Dia (dd)
% col4 Latitud (°)
% col5 Longitud (°)
% col6 Profundidad (km)
% col7 Magnitud
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%numevent debe ser un entero con el número del evento en la base de datos.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%porcentaje_datos debe ser un número entre 0 y 100 con el porcentaje de datos
%a eliminar para mejorar la correlación del plano.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%limprof es un intervalo [a b](km) que filtra los datos de profundidad contenidos en
%él.

%Variables de entrada no definidas
if nargin==2
    Mmin=0;
    R=300;
    nd=366;
    porcentaje_datos=0;
    limprof=[0 500];
elseif nargin==3
    R=300;
    nd=366;
    porcentaje_datos=0;
    limprof=[0 500];
elseif nargin==4
    nd=366;
    porcentaje_datos=0;
    limprof=[0 500];
elseif nargin==5
    porcentaje_datos=0;
    limprof=[0 500];
elseif nargin==6
    limprof=[0 500];
end

%Carga Base de Datos
evento=cargaevent();
registro=cargareg();
estacion=cargaest();

%Ubicación geográfica de las estaciones
listareg=listaregevent(registro,numevent);
for i=1:length(listareg)
    cod=registro(listareg(i)).estacion;
    namest{i,1}=estacion.(char(cod)).nombre;
    lat_est(i)=estacion.(char(cod)).ubicacion.lat;
    lon_est(i)=estacion.(char(cod)).ubicacion.lon;
end
est=[lat_est',lon_est'];
```

```

%Se carga el archivo sismo con la ubicación de los epicentros y el archivo con la
%ubicación de las costas
datos=load('-ascii', sismo);
n=length(datos(:,1));
load coast

%Busca fila correspondiente a la mayor magnitud M
ano=datos(1,1);
mes=datos(1,2);
dia=datos(1,3);
fechastr=datestr([ano mes dia 0 0 0],1);
fecha=datenum(ano,mes,dia);
i=1;
while(datenum(datos(i,1),datos(i,2),datos(i,3))<=fecha+1)
    data(i,:)=datos(i,:);
    i=i+1;
end
[M,j]=max(data(:,7));
lath=data(j,4);
longh=data(j,5);
profh=data(j,6);
datos=datos(j:end,:);
n=n-j+1;

%Filtra datos de acuerdo a Mmin,R y nd.
in=find(datos(:,7)>=Mmin & distancias(lath*ones(n,1),longh*ones(n,1),...
datos(:,4),datos(:,5))<=R & datenum(datos(:,1),datos(:,2),...
datos(:,3))<fecha+nd & datos(:,6)>=limprof(1));
datos=datos(in,:);

%Gráfico de los puntos
eps=0.015*R;
latlim=[lath-eps lath+eps];
longlim=[longh-eps longh+eps];
scrsz = get(0,'ScreenSize');
h=figure('Name',['Evento ocurrido el ' fechastr],'Position',[1 1 scrsz(3)...
scrsz(4)/1.1]);
axesm('MapProjection','mercator','MapLatLimit',latlim,'MapLonLimit',...
longlim);
framem
gridm('MLineLocation',1,'PLineLocation',1);
mlabel('MLabelLocation',1);
plabel('PLabelLocation',1);
plotm(lat,long);
plotm(datos(:,4),datos(:,5),'o','LineWidth',0.1,'MarkerEdgeColor','k',...
'MarkerFaceColor','y','MarkerSize',3);
plotm(lath,longh,'s','LineWidth',0.5,'MarkerEdgeColor','k',...
'MarkerFaceColor','r','MarkerSize',7);
etiqueta=['Evento ocurrido el ' fechastr ' Mw=' num2str(M)];
textm(latlim(1)+eps/10,longh-eps/3,etiqueta,'FontWeight','bold',...
'BackgroundColor','w');

%Selección de puntos para determinar el área de ruptura
[lat1,long1] = inputm(1);
plotm(lat1,long1,'ro','MarkerFaceColor','r','MarkerSize',2.5);
error=1000;
while(error>0.04)
    [lat2,long2] = inputm(1);
    lat1=[lat1;lat2];
    long1=[long1;long2];
    np=length(lat1);
    linem([lat1(np-1);lat1(np)], [long1(np-1);long1(np)], '-r','LineWidth',2.5);
    plotm(lat1(np),long1(np),'ro','MarkerFaceColor','r','MarkerSize',2.5);
    error=sqrt((lat1(1)-lat1(np))^2+(long1(1)-long1(np))^2);
end
dentro=inpolygon(datos(:,4),datos(:,5),lat1,long1);

```



```

in2=find(dentro(:,1)==1);
area=[datos(in2,4),datos(in2,5),datos(in2,6)];

e=almanac('earth','elipsoid','kilometers');
SR=areaint(lat1,long1,e);
display(SR)

%Filtra datos de acuerdo a profundidad
ind3=find((area(:,3)>=limprof(1))&(area(:,3)<=limprof(2)));
area=area(ind3,:);
saveas(h,['Figuras\' fechastr '.emf']);
%Calculo area ruptura y distancia más cercana a la fuente
d=ruptura3D(area,est,etiqueta,porcentaje_datos,fechastr);

%Muestra resultados
disp(etiqueta)
disp('-----')
for i=1:length(namest)
    disp(namest{i,1})
    disp(['Distancia Hipocentral= ' num2str(registro(listareg(i)).disthipo) ' km'])
    disp(['Distancia Epicentral= ' num2str(registro(listareg(i)).distepi) ' km'])
    disp(['Distancia más cercana a la ruptura modelo 1: ' num2str(d(i,1)) ' km'])
    disp(['Distancia más cercana a la ruptura modelo 2: ' num2str(d(i,2)) ' km'])
    disp('-----')
end

```

function [d]=ruptura3D(datos,est,etiqueta,porcentaje_datos,fechastr)

```

%[d]=ruptura3D(datos,ind,est,etiqueta);
%Función que grafica el área de ruptura asociada a las ubicaciones geográficas de la
%matriz datos. Además entrega la menor distancia desde cada estación de registro,
%contenida en la matriz est, hasta el área de ruptura calculada.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%datos debe ser una matriz con las siguientes columnas:
%col1 lat (°)
%col2 long(°)
%col3 Profundidad (km)
%La primera fila de la matriz datos debe corresponder a la ubicación del hipocentro del
%evento estudiado.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%ind puede tener los siguientes valores:
%ind=1 El área de ruptura es modelada como un plano (mínimos cuadrados)
%ind=2 El área de ruptura es modelada como una superficie irregular (interpolación
% cúbica)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%est debe ser una matriz con las siguientes columnas:
% col1 latitud estacion (°)
% col2 longitud estacion(°)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%etiqueta es un string con el título del gráfico en 3D (Fecha y Magnitud del evento)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Se retorna la menor distancia a la ruptura d.

%Traspaso de los puntos a coordenadas cartesianas(matriz datos)
lat1=datos(:,1);
long1=datos(:,2);
prof1=datos(:,3);
r1=radio(lat1)'-prof1;
[x1 y1 z1]=cartesianas(r1,lat1,long1);

%Rotación de los ejes cartesianos matriz datos
ang=lat1(1);
[x1 y1 z1]=rotacion(x1,y1,z1,ang);

```

```

%Cálculo de la grilla de la superficie de ruptura(XI,YI)
paso=1;
xmin=min(x1);
ymin=min(y1);
xmax=max(x1);
ymax=max(y1);
tx1=xmin:paso:xmax;
ty1=ymin:paso:ymax;
[XI,YI] = meshgrid(tx1,ty1);

%Modelo del área de ruptura como un plano inclinado o como una
%superficie irregular
[a1,a2,a3,r]=plano(x1,y1,z1);
[x1,y1,z1]=filtro(x1,y1,z1,a1,a2,a3,porcentaje_datos);
[a1,a2,a3,r]=plano(x1,y1,z1);
ZI1=a1*XI+a2*YI+a3;
metodo1=[' Método 1: Plano Inclinado R=' num2str(r)];

ZI2=griddata(x1,y1,z1,XI,YI,'cubic');
metodo2=' Método 2: Interpolación Cúbica';

%Cálculo de las coordenadas de la superficie terrestre
lati=min(lat1);
latf=max(lat1);
longi=min(long1);
longf=max(long1);

elat=(latf-lati)*2.8;
elong=(longf-longi)*2.8;
lat=lati-elat:.5:latf+elat;
long=longi-elong:.5:longf+elong;
n=length(lat);
m=length(long);
lat2=[];
long2=[];
for i=1:n
    for j=1:m
        lat2=[lat2;lat(i)];
        long2=[long2;long(j)];
    end
end

%Traspaso a coordenadas cartesianas superficie terrestre
r2=radio(lat2)';
[x2 y2 z2]=cartesianas(r2,lat2,long2);

%Rotación de los ejes cartesianos superficie terrestre
[x2 y2 z2]=rotacion(x2,y2,z2,ang);

%Cálculo de la grilla de la superficie terrestre(XII,YII)
xmin=min(x2);
ymin=min(y2);
xmax=max(x2);
ymax=max(y2);
pasox=(xmax-xmin)/40;
pasoy=(ymax-ymin)/40;
tx2=xmin:pasox:xmax;
ty2=ymin:pasoy:ymax;
[XII,YII]=meshgrid(tx2,ty2);
ZII=griddata(x2,y2,z2,XII,YII);

%Traspaso a coordenadas cartesianas de estaciones
lat3=est(:,1);
long3=est(:,2);
r3=radio(lat3)';
[x3 y3 z3]=cartesianas(r3,lat3,long3);

```

```

%Rotación de los ejes cartesianos estaciones
[x3 y3 z3]=rotacion(x3,y3,z3,ang);

%Cálculo de la menor distancia desde cada estación hasta la superficie de ruptura
d1=[];
d2=[];
ne=length(lat3);
for e=1:ne
    P1=[x3(e),y3(e),z3(e)];
    [n,m]=size(XI);
    de1=[];
    de2=[];
    for i=1:n
        for j=1:m
            P21=[XI(i,j);YI(i,j);ZII(i,j)];
            P22=[XI(i,j);YI(i,j);ZII(i,j)];
            de1=[de1;dist(P1,P21)];
            de2=[de2;dist(P1,P22)];
        end
    end
end
d1=[d1;min(de1)];
d2=[d2;min(de2)];
d=[d1,d2];
end

%Gráfico del área de ruptura
scrsz = get(0,'ScreenSize');
h1=figure('Position',[1 scrsz(4) scrsz(3) scrsz(4)/1.15]);
mesh(XI,YI,ZII),hold
colormap(cool)
C=ones(size(ZII));
surface(XII,YII,ZII,C,'EdgeColor','none')
alpha(.5)
title(['Superficie de Ruptura ' etiqueta metodo1]);
xlabel('x [km]');
ylabel('y [km]');
zlabel('z [km]');
plot3(x1(2:end),y1(2:end),z1(2:end),'o','MarkerSize',3)
plot3(x1(1),y1(1),z1(1),'s','LineWidth',0.5,'MarkerEdgeColor',...
'r','MarkerFaceColor','r','MarkerSize',5),hold off
saveas(h1,['Figuras\' fechastr 'm1.fig']);

h2=figure('Position',[1 scrsz(4) scrsz(3) scrsz(4)/1.15]);
mesh(XI,YI,ZII),hold
colormap(cool)
C=ones(size(ZII));
surface(XII,YII,ZII,C,'EdgeColor','none')
alpha(.5)
title(['Superficie de Ruptura ' etiqueta metodo2]);
xlabel('x [km]');
ylabel('y [km]');
zlabel('z [km]');
plot3(x1(2:end),y1(2:end),z1(2:end),'o','MarkerSize',3)
plot3(x1(1),y1(1),z1(1),'s','LineWidth',0.5,'MarkerEdgeColor',...
'r','MarkerFaceColor','r','MarkerSize',5),hold off
saveas(h2,['Figuras\' fechastr 'm2.fig']);

function [x y z]=cartesianas(r,lat,lon)

x=r.*cos(lat*pi/180).*cos(lon*pi/180);
y=r.*cos(lat*pi/180).*sin(lon*pi/180);
z=r.*sin(lat*pi/180);

```

function [d]=distancias(lat1,long1,lat2,long2)

```
%d=distancias(lat1,long1,lat2,long2)
%Función que calcula la distancia sobre la superficie terrestre en km.
%entre uno o más de pares de puntos.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Las variables lat1,long1,lat2,long2 son vectores de la misma dimensión y
%deben tener las siguientes unidades:
%Latitudes vector 1    lat1    (°)
%Longitudes vector 1   long1   (°)
%Latitudes vector 2    lat2    (°)
%Longitudes vector 2   long2   (°)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Se retorna el vector d con la distancia entre los puntos en km.

%Carga el elipsoide(1980 Geodetic Reference System ellipsoid)
e=almanac('earth','ellipsoid','kilometers');

%Cálculo de distancias para cada fila
n=length(lat1);
for i=1:n
d(i,1)=distance(lat1(i),long1(i),lat2(i),long2(i),e);
end
```

function d=disth(evento,estaciones)

```
%d=disth(evento,estaciones)
%Función que calcula la distancia hipocentral en km asociada a un evento
%para una serie de estaciones de registro
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%La variable evento corresponde al número del evento
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%La variable estaciones es un vector con los números de las estaciones que
%registraron el evento
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%Ubicación geográfica de las estaciones
listadoest=load('-ascii','listadoest.txt');
est=listadoest(estaciones,:);

%Ubicación del hipocentro
listadoevent=load('-ascii','listadoevent.txt');
lath=listadoevent(evento,3);
longh=listadoevent(evento,4);
profh=listadoevent(evento,5);

%Transformación a coordenadas cartesianas
rh=radio(lath)-profh;
[xh yh zh]=cartesianas(rh,lath,longh);

if evento >17
    re=radio(est(:,2))';
    [xe ye ze]=cartesianas(re,est(:,2),est(:,3));
elseif evento <=17
    re=radio(est(:,4))';
    [xe ye ze]=cartesianas(re,est(:,4),est(:,5));
end

%Cálculo de la distancia
H=[xh;yh;zh];
E=[xe,ye,ze];
d=dist(E,H);
```

function [x,y,z]=filtro(x0,y0,z0,a1,a2,a3,porcentaje_datos)

```
n=length(x0);
n1=floor(porcentaje_datos*n/100);
xh=x0(1);
yh=y0(1);
zh=z0(1);
x0=x0(2:end);
y0=y0(2:end);
z0=z0(2:end);

error=abs(a1*x0+a2*y0+a3-z0);
[error,ind]=sort(error);
x0=x0(ind);
y0=y0(ind);
z0=z0(ind);
for i=2:n-n1
    x(i,1)=x0(i-1);
    y(i,1)=y0(i-1);
    z(i,1)=z0(i-1);
end
x(1,1)=xh;
y(1,1)=yh;
z(1,1)=zh;
```

function listareg=listaregevent(registro,numevent)

```
% function listareg=listaregevent(registro,numevent)
% Crea Listado de Registros con los Eventos

listareg=[];
for nr=1:length(registro)
    if registro(nr).evento==numevent
        listareg=[listareg nr];
    end
end
end
```

function[a1,a2,a3,r]=plano(x,y,z)

```
%[a1,a2,a3]=plano(x,y,z)
%Función que por medio de regresión lineal (mínimos cuadrados) ajusta un
%plano a los datos x,y,z. El plano es caracterizado por la ecuación:
%z=a1*x+a2*y+a3
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Se retornan las variables a1,a2 y a3 que caracterizan al plano.
%Se retorna el coeficiente de correlación r.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%Ajuste de los datos a través de regresión lineal
n=length(x);
X=[x,y,ones(n,1)];
A=(X'*X)^-1*X'*z;

%Asignación de valores de salida
a1=A(1);
a2=A(2);
a3=A(3);
z2=a1*x+a2*y+a3;
zm=mean(z);
r=sqrt(sum((z2-zm).^2)/sum((z-zm).^2));
```

function R=radio(lat)

```
%R=radio(lat);
%Función que entrega el radio terrestre de la Tierra (1980 Geodetic
%Reference System ellipsoid) correspondiente a una determinada latitud.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%lat es un vector con latitudes (°)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Se retorna el vector R con el radio correspondiente a cada latitud en km.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%Se carga el elipsoide y las propiedades geométricas de la tierra
e=almanac('earth','ellipsoid','kilometers');
RM=e(1);
Rm=minaxis(e);

%Se calcula el radio terrestre correspondiente a cada latitud
n=length(lat);
for i=1:n
R(i)=sqrt((RM*cos(lat(i)*pi/180))^2+(Rm*sin(lat(i)*pi/180))^2);
end
```

function [xx yy zz]=rotacion(x,y,z,ang)

```
%[xx yy zz]=rotacion(x,y,z,ang)
%Función que realiza una rotación de los ejes cartesianos x-y-z con
%respecto al eje x, en un ángulo definido.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%x,y,z son vectores con las coordenadas cartesianas de una serie de puntos.
%ang (°) es el ángulo de rotación
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Se retornan los vectores xx,yy,zz que corresponden a la rotación de x,y,z.

%Rotación de las coordenadas de los puntos a través de la matriz de
%transformación A.
ang=ang*pi/180;
v=[x';y';z'];
A=[1,0,0;0,sin(ang),cos(ang);0,-cos(ang),sin(ang)];
vv=A*v;

%Asignación de variables de salida
xx=vv(1,:);
yy=vv(2,:);
zz=vv(3,:);
```

function [B,s,se,sr]=metodo1(listareg,variable)

```
% [B,s,se,sr]=metodo1(listareg,variable)

global registro evento estacion

fuente=evento(registro(listareg(1)).evento).fuentesismo;
if fuente==3
    Dlim=600;
    magnitudes=[4.5 5:8];
else
    Dlim=400;
    magnitudes=[4.5 5:7 7.8];
end
y=[];
X=[];
Y=[];
v=[];
lista_eventos=[];
n=length(listareg);
DD=[];

for i=1:n
    yaux=[];
    suelo=isuelo(estacion.(registro(listareg(i)).estacion).suelo);
    if suelo==1
        z=[0 0 0];
    elseif suelo==2
        z=[1 0 0];
    elseif suelo==3
        z=[0 1 0];
    elseif suelo==4
        z=[0 0 1];
    end

    if suelo~=5
        if variable==0
            ns=registro(listareg(i)).acelmax.ns;
            ew=registro(listareg(i)).acelmax.ew;
            if ns==0
                ns=[];
            end
            if ew==0
                ew=[];
            end
            if ~isempty(ns) || ~isempty(ew)
                yaux=[ns;ew];
            end
        else
            if ~isempty(registro(listareg(i)).acelsa)
                ns=registro(listareg(i)).acelsa.ns(variable);
                ew=registro(listareg(i)).acelsa.ew(variable);
                if ns==0
                    ns=[];
                end
                if ew==0
                    ew=[];
                end
                if ~isempty(ns) || ~isempty(ew)
                    yaux=[ns;ew];
                end
            end
        end
    end
end

if ~isempty(yaux)
```

```

n_evento=registro(listareg(i)).evento;
M=evento(n_evento).magnitud.mw;
h=evento(n_evento).ubicacion.pro;
try
D=registro(listareg(i)).distfuente(2);
catch
D=registro(listareg(i)).disthipo;
end
if D<=Dlim
R=sqrt(D^2+delta(M)^2);
aux=ones(length(yaux),1);
X=[X;aux,aux*M,aux*h,aux*R,aux*z];
g=gg(M,fuente);
Y=[Y;log10(yaux)+g*log10(aux*R)];
y=[y;yaux];
DD=[DD;aux*D];
lista_eventos=[lista_eventos;aux*n_evento];
end
end
end

XX=[X(:,1:4),sum(X(:,5:7))'];

gama=0.5;
[B s sr se val]=itera(gama,XX,Y,lista_eventos);
error=50;
i=1;
while error>10^-4
display(['Iteracion N° ' num2str(i)]);
gama1=gama-2^-(i+1);
gama2=gama+2^-(i+1);

[B1 s1 sr1 se1 vall]=itera(gama1,XX,Y,lista_eventos);
[B2 s2 sr2 se2 val2]=itera(gama2,XX,Y,lista_eventos);
if vall>=val2
error=abs((vall-val)/vall);
B=B1;
s=s1;
sr=sr1;
se=se1;
gama=gama1;
val=vall;
elseif vall<val2
error=abs((val2-val)/val2);
B=B2;
s=s2;
sr=sr2;
se=se2;
gama=gama2;
val=val2;
end
display(gama);
display(['Error porcentual ' num2str(error*100)]);
i=i+1;
end

%Genera figuras de la regresion.
for mg=magnitudes
Dl=10:10:600;
Rl=sqrt(Dl'.^2+(delta(mg))^2);
maximos1=[0.1;0.6;1;2;3];
maximos2=[0.1;0.6;1;2;4];
ytick1=[[0.001;0.005;0.01;0.02;0.05;0.1],[0.001;0.005;0.01;0.05;0.1;0.6],...
[0.001;0.01;0.05;0.1;0.5;1],[0.001;0.01;0.1;0.5;1;2],[0.001;0.01;0.1;0.5;1;3]];
ytick2=[[0.001;0.005;0.01;0.02;0.05;0.1],[0.001;0.005;0.01;0.05;0.1;0.6],...
[0.001;0.01;0.05;0.1;0.5;1],[0.001;0.01;0.1;0.5;1;2],[0.001;0.01;0.1;0.5;1;4]];

```



```

if fuente==3
    h1=35;
    maximo=maximos1(ceil(mg)-3);
    ytick=ytick1(:,ceil(mg)-3);
    x0=20;
    dmg=0.5;
    texto_inf=50;
else
    h1=85;
    maximo=maximos2(ceil(mg)-3);
    ytick=ytick2(:,ceil(mg)-3);
    x0=50;
    dmg=0.5;
    texto_inf=100;
end
gl=gg(mg,fuente);
X1=[ones(length(D1),1),ones(length(D1),1)*mg,ones(length(D1),1)*h1,R1];
X2=[ones(length(D1),1),ones(length(D1),1)*mg,ones(length(D1),1)*h1,R1,...
ones(length(D1),1)];
y1=exp(log(10)*X1*B(1:1:4,1)-g1*log(R1));
y2=exp(log(10)*X2*B(1:1:5,1)-g1*log(R1));

ind1=find(X(:,2)>=mg-dmg & X(:,2)<=mg+dmg & X(:,5)==0 & X(:,6)==0);
ind2=find(X(:,2)>=mg-dmg & X(:,2)<=mg+dmg & X(:,5)==1 & X(:,6)==0);
ind3=find(X(:,2)>=mg-dmg & X(:,2)<=mg+dmg & X(:,5)==0 & X(:,6)==1);
y3=y(ind1);
D3=DD(ind1);
y4=y(ind2);
D4=DD(ind2);
y5=y(ind3);
D5=DD(ind3);

figure
loglog(D1,y1,'b-','LineWidth',1.5);hold on
loglog(D1,y2,'r-','LineWidth',1.5);
leyenda={'Roca';'Suelo'};

if ~isempty(y3)
    loglog(D3,y3,'bs','MarkerSize',5);
    leyenda[length(leyenda)+1]='Roca';
end
if ~isempty(y4)
    loglog(D4,y4,'ro','MarkerSize',5);
    leyenda[length(leyenda)+1]='Suelo II';
end
if ~isempty(y5)
    loglog(D5,y5,'rx','MarkerSize',5);
    leyenda[length(leyenda)+1]='Suelo III';
end
xlim([x0 600]);
ylim([0.001 maximo]);
xlabel('Distancia más cercana a la ruptura [km]');
if variable==0
    ylabel('PGA [g]');
else
    ylabel('SA [g]');
end
texto={'PGA';'0.04 s';'0.1 s';'0.2 s';'0.4 s';'1.0 s';'2.0 s';'3.0 s'};

legend(leyenda,'FontSize',7,'Location','SouthWest');
texto1=[0.002;0.003;0.0035;0.004;0.005];
texto2=[0.0015;0.002;0.0022;0.0025;0.0028];
texto3=[0.07;0.35;0.7;1.5;2];
text(470,texto3(ceil(mg)-3),texto{variable+1});
text(texto_inf,texto1(ceil(mg)-3),['Mw=' num2str(mg) '+/- ' num2str(dmg)]);

```

```

text(texto_inf,texto2(ceil(mg)-3),['H=' num2str(h1) ' km']);

hold off
if fuente==3
    set(gca,'XTick',[x0 50 100 200 300 600],'YTick',ytick);
    saveas(gcf,['Imagenes\Interplaca\M' num2str(mg) '-' texto{variable+1} '.emf'] );
else
    set(gca,'XTick',[x0 100 200 300 600],'YTick',ytick);
    saveas(gcf,['Imagenes\Intraplaca\M' num2str(mg) '-' texto{variable+1} '.emf'] );
end
close(gcf)
end

```

function [d]=delta(M)

```

%[d]=delta(M)
a=0.009;
b=0.5;
d=a*10^(b*M);

```

function [g]=gg(M,fuente)

```

%[g]=gg(M,fuente)

if fuente==3
    a=-0.0874;
    b=0.1654;
else
    a=-0.4435;
    b=0.3338;
end
g=a+b*M;

```

function [B s sr se lnL]=itera(gama,X,Y,lista_eventos)

```

%[B s sr se]=itera(gama,fuente);
%Función que realiza una iteración del método de regresión de máxima
%verosimilitud de Boore(1993)

N=length(Y);
v=generav(lista_eventos,gama);
B=(X'*v^-1*X)^-1*X'*v^-1*Y;
s2=(Y-X*B)'*v^-1*(Y-X*B)/N;
d=det(v);
if d==0
    lnL=-Inf;
else
    lnL=-N/2*log(2*pi)-N/2*log(s2)-1/2*log(d)-1/2*(Y-X*B)'*v^-1*(Y-X*B)/s2;
end
se=sqrt(s2*gama);
sr=sqrt(s2-se^2);
s=sqrt(s2);

```

function [v]=generav(lista_eventos,gama)

```

v=[];
a=1;
N=length(lista_eventos);

```

```

for i=1:N-1
    n1=lista_eventos(i);
    n2=lista_eventos(i+1);
    if n1==n2
        a=a+1;
        if i==N-1
            vi=ones(a,a)-eye(a,a);
            v=blkdiag(v,vi);
        end
    else
        vi=ones(a,a)-eye(a,a);
        v=blkdiag(v,vi);
        a=1;
        if i==N-1
            vi=ones(a,a)-eye(a,a);
            v=blkdiag(v,vi);
        end
    end
end
v=gama*v+eye(N,N);

```

function [g,a1,a2,a3,r]=formag(listareg,variable)

```

%[g,a1,a2,a3,r]=formag(listareg,variable)

global registro evento estacion

g=[];
a1=[];
a2=[];
a3=[];
r=[];
for mg=3.5:0.1:7.5
    lista1=[];
    for i=1:length(listareg)
        n_evento=registro(listareg(i)).evento;
        if evento(n_evento).magnitud.mw>=mg & evento(n_evento).magnitud.mw<=mg+1
            lista1=[lista1;listareg(i)];
        end
    end

X=[];
Y=[];
n=length(lista1);
for i=1:n
    y=[];
    suelo=isuelo(estacion.(registro(lista1(i)).estacion).suelo);
    if suelo==1
        S=0;
    else
        S=1;
    end

    if suelo~=5
        if ~isempty(registro(lista1(i)).acelsa)
            ns=registro(lista1(i)).acelsa.ns(variable);
            ew=registro(lista1(i)).acelsa.ew(variable);
            if ns==0
                ns=[];
            end
            if ew==0
                ew=[];
            end
            if ~isempty(ns)||~isempty(ew)
                y=[ns;ew];
            end
        end
    end
end

```

```

        end
    end

    if ~isempty(y)
        n_evento=registro(listal(i)).evento;
        M=evento(n_evento).magnitud.mw;
        try
            D=registro(listal(i)).distfuente(2);
        catch
            D=registro(listal(i)).disthipo;
        end
        if D<=400
            R=sqrt(D^2+delta(M)^2);
            aux=ones(length(y),1);
            X=[X;aux,aux*M,aux*log10(R),aux*S];
            Y=[Y;log10(y)];
        end
    end
end
% display(X)
B=(X'*X)^-1*X'*Y;
Y2=X*B;
g=[g;B(3)];
a1=[a1;B(1)];
a2=[a2;B(2)];
a3=[a3;B(4)];
Ym=mean(Y);
r=[r;sqrt(sum((Y2-Ym).^2)/sum((Y-Ym).^2))];
end

```

function [B,s,se,sr]=residuos(listareg,variable)

```

% [B,s,se,sr]=residuos(listareg,variable)

global registro evento estacion

fuente=evento(registro(listareg(1)).evento).fuentesismo;
if fuente==3
    Dlim=600;
    magnitudes=[4.5 5:8];
else
    Dlim=400;
    magnitudes=[4.5 5:7 7.8];
end
DD=[];
y=[];
X=[];
Y=[];
v=[];
lista_eventos=[];
n=length(listareg);

for i=1:n
    yaux=[];
    suelo=isuelo(estacion.(registro(listareg(i)).estacion).suelo);
    if suelo==1
        z=[0 0 0];
    elseif suelo==2
        z=[1 0 0];
    elseif suelo==3
        z=[0 1 0];
    elseif suelo==4
        z=[0 0 1];
    end
end

```

```

if suelo~=5
    if variable==0
        ns=registro(listareg(i)).acelmax.ns;
        ew=registro(listareg(i)).acelmax.ew;
        if ns==0
            ns=[];
        end
        if ew==0
            ew=[];
        end
        if ~isempty(ns) || ~isempty(ew)
            yaux=[ns;ew];
        end
    else
        if ~isempty(registro(listareg(i)).acelsa)
            ns=registro(listareg(i)).acelsa.ns(variable);
            ew=registro(listareg(i)).acelsa.ew(variable);
            if ns==0
                ns=[];
            end
            if ew==0
                ew=[];
            end
            if ~isempty(ns) || ~isempty(ew)
                yaux=[ns;ew];
            end
        end
    end
end

if ~isempty(yaux)
    n_evento=registro(listareg(i)).evento;
    M=evento(n_evento).magnitud.mw;
    h=evento(n_evento).ubicacion.pro;
    try
        D=registro(listareg(i)).distfuente(2);
    catch
        D=registro(listareg(i)).disthipo;
    end
    if D<=Dlim
        R=sqrt(D^2+delta(M)^2);
        aux=ones(length(yaux),1);
        X=[X;aux,aux*M,aux*h,aux*R,aux*z];
        g=gg(M,fuente);
        Y=[Y;log10(yaux)+g*log10(aux*R)];
        y=[y;yaux];
        DD=[DD;aux*D];
        lista_eventos=[lista_eventos;aux*n_evento];
    end
end
end

XX=[X(:,1:4),sum(X(:,5:7))'];

gama=0.5;
[B s sr se val]=itera(gama,XX,Y,lista_eventos);
error=50;
i=1;
while error>10^-4
    display(['Iteracion N° ' num2str(i)]);
    gama1=gama-2^-(i+1);
    gama2=gama+2^-(i+1);

    [B1 s1 sr1 se1 val1]=itera(gama1,XX,Y,lista_eventos);

```

```

[B2 s2 sr2 se2 val2]=itera(gama2,XX,Y,lista_eventos);
if vall1>=val2
    error=abs((vall1-val)/vall1);
    B=B1;
    s=s1;
    sr=sr1;
    se=se1;
    gama=gama1;
    val=vall1;
elseif vall1<val2
    error=abs((val2-val)/val2);
    B=B2;
    s=s2;
    sr=sr2;
    se=se2;
    gama=gama2;
    val=val2;
end
display(gama);
display(['Error porcentual ' num2str(error*100)]);
i=i+1;
end

Residuos=Y-XX*B;

ytick=-5:0.5:5;
if fuente==3
    x0=20;
else
    x0=50;
end
ind1=find(X(:,5)==0 & X(:,6)==0);
ind2=find(X(:,5)==1 & X(:,6)==0);
ind3=find(X(:,5)==0 & X(:,6)==1);
R1=Residuos(ind1);
D1=X(ind1,4);
R2=Residuos(ind2);
D2=X(ind2,4);
R3=Residuos(ind3);
D3=X(ind3,4);

leyenda={};
figure
if ~isempty(R1)
    plot(D1,R1,'bs','MarkerSize',5);hold on
    leyenda{length(leyenda)+1}='Roca';
end
if ~isempty(R2)
    plot(D2,R2,'ro','MarkerSize',5);
    leyenda{length(leyenda)+1}='Suelo II';
end
if ~isempty(R3)
    plot(D3,R3,'rx','MarkerSize',5);
    leyenda{length(leyenda)+1}='Suelo III';
end
xlim([x0 200]);
MaxR=ceil(max(abs(Residuos)));
ylim([-1.5 1.5]);
xlabel('Distancia más cercana a la ruptura [km]');
ylabel('log error');
texto={'PGA';'0.04 s';'0.1 s';'0.2 s';'0.4 s';'1.0 s';'2.0 s';'3.0 s'};

legend(leyenda,'FontSize',7,'Location','NorthEastOutside');
text(180,1.5-0.1,texto{variable+1});
text(160,-1.5+0.2,'Mw < 6.5');

```

```

D0=0:100:300;
plot(D0,zeros(size(D0)), 'k-');
plot(D0,s*ones(size(D0)), 'k--');
plot(D0,-s*ones(size(D0)), 'k--');
hold off
if fuente==3
    saveas(gcf,['Imagenes\Interplaca\' texto{variable+1} '.emf' ]);
    set(gca,'XTick',[x0 50 100 200 300],'YTick',ytick);
else
    saveas(gcf,['Imagenes\Intraplaca\' texto{variable+1} '.emf' ]);
    set(gca,'XTick',[x0 100 200 300],'YTick',ytick);
end
close(gcf)
end

```

function calculasa

```

%calculasa
global registro

%Cálculo de espectros para aceleraciones horizontales

T=[0.04 0.1 0.2 0.4 1 2 3];
beta=0.05;
listado=[];
for i=1:length(registro)
    Fs=registro(i).Fs;
    if ~isempty(Fs)
        listado=[listado;i];
    end
end
n=length(listado);
for i=1:n
    Fs=registro(listado(i)).Fs;
    [ns,ew,ve]=cargaa(listado(i));
    registro(listado(i)).acelsa.ns=sa2(T,beta,-ns,Fs);
    registro(listado(i)).acelsa.ew=sa2(T,beta,-ew,Fs);
end

```

function [ae]=sa2(T,beta,p,Fs)

```

%sa2(T,beta,p,Fs)

k=(2*pi./T).^2;
c=beta*4*pi./T;
ae=[];
for i=1:length(T)
    [x,v,a]=ssd1(k(i),-p',c(i),Fs);
    ae=[ae;max(abs(a+p'))];
end

```