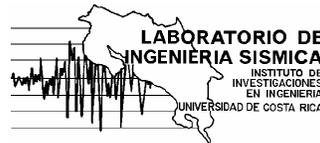


**LABORATORIO DE INGENIERÍA SÍSMICA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**



**SISMOS EN LA PENÍNSULA DE BURICA ENTRE
DICIEMBRE DEL 2003 Y FEBRERO DEL 2004**

Autores:

Lic. Lepolt Linkimer A ^(1,3), Ing. Víctor Schmidt D ⁽¹⁾

Asistentes

Rodolfo Alvarado ⁽¹⁾
Pablo Ruiz C. ^(1,3)

Mantenimiento de los acelerógrafos:

Téc. Carlos Segura V. ⁽¹⁾

(1) Laboratorio de Ingeniería Sísmica, INII, Universidad de Costa Rica. Tel: 253-73-31, Fax: 224-26-19.
Apdo. 36-2060, San José, CR.

(2) Área de Amenazas y Auscultación Sismo-Volcánica, Instituto Costarricense de Electricidad, ICE.
Tel: 220-62-79. Fax: 220-8212. Apdo. 10032-1000, San José, CR.

(3) Red Sismológica Nacional, Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica.
Tel: 207-253-25-86, Fax: 253-84-07. Apdo. 214-2060, San José, CR.

Abril, 2004

Contenido

CONTENIDO	I
INTRODUCCIÓN	1
CONTEXTO TECTÓNICO DE LA ZONA SURESTE DE COSTA RICA	1
SISMICIDAD HISTÓRICA	2
TERREMOTO DE NAVIDAD, 25 DE DICIEMBRE DEL 2003 (6,6 Mw)	2
ACELERACIONES REGISTRADAS	7
<i>Aceleraciones del sismo del 25 de diciembre del 2003 (6,6 Mw)</i>	7
<i>Aceleraciones del sismo del 7 de enero del 2004 (5,5 Mw)</i>	9
<i>Aceleraciones del sismo del 4 de febrero del 2004 (5,8 Mw)</i>	11
CONCLUSIONES	13
AGRADECIMIENTOS.....	13
CONTACTOS	14
REFERENCIAS.....	14

ANEXOS

Anexo 1: Acelerogramas del sismo 25 de diciembre del 2003

Anexo 2: Acelerogramas del sismo 4 de febrero 2004

Anexo 3: Efectos (por localidad) del sismo del 25 de diciembre del 2003

Anexo 4: Fotografías de los efectos del sismo del 25 de diciembre del 2003

Introducción

El 25 de diciembre del 2003, se produjo un fuerte sismo de magnitud momento 6,6 (Mw) con epicentro 7 km al este de Puerto Armuelles (Panamá). El sismo fue sentido en casi todo Costa Rica, provocando alarma en la población, especialmente en la zona sureste de Costa Rica, donde fue sentido con mayor intensidad.

El 7 de enero y el 4 de febrero del 2004, se produjeron otros dos movimientos sísmicos de 5,5 y 5,8 Mw, respectivamente, en la misma zona sísmica del terremoto del 25 de diciembre. Ambos sismos fueron sentidos en casi todo Costa Rica y provocaron daños leves en la zona epicentral.

Las intensidades máximas producidas por el evento de mayo magnitud fueron de VII y VIII (escala Mercalli Modificada) en la zona epicentral. La aceleración máxima registrada para este evento fue del 11 % en la estación Golfito (GLF) ubicada a 65,5 km del hipocentro.

Este informe presenta los valores de aceleración registrados por la red de acelerógrafos del Laboratorio de Ingeniería Sísmica (LIS) del Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII) de la Universidad de Costa Rica y resume algunos efectos producidos por el sismo del 25 de diciembre del 2003 en la zona limítrofe entre Costa Rica y Panamá.

Contexto tectónico de la zona sureste de Costa Rica

La neotectónica del sureste de Costa Rica está definida principalmente por el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe. En esta región, este proceso se ve afectado por la subducción de la corteza oceánica engrosada de la cordillera submarina del Coco y por la cercanía de la Zona de Fractura de Panamá (ZFP) que representa el límite entre las placas del Coco y Nazca. Además, sobre la placa Caribe, existe una gran cantidad de fallas activas, algunas de las cuales alcanzan longitudes mayores de 100 km. Este complicado escenario tectónico es el responsable de la alta sismicidad que caracteriza la zona sureste de Costa Rica y oeste de Panamá.

Es una falla transformante de tipo dextral que constituye el límite entre las placas de Coco y Nazca. La ZFP corresponde con una franja que presenta actividad sísmica poco profunda que se extiende desde la dorsal de Costa Rica, cerca de los 3° latitud norte, hasta más allá de los 6° norte y entre los 82 y 83° de longitud oeste. Al norte del paralelo 5°, la zona de fractura de Panamá se despliega en una serie de fallas transcurrentes dextrales con dirección norte-sur. Las más prominentes de estas fallas son las denominadas Panamá, Balboas, Mykland y Coiba (Camacho, 1991).

En los alrededores de Ciudad Nelly y San Vito de Coto Brus, se presentan trazas de fallamiento inverso en sentido NW-SE, pero las trazas más fuertes corresponden con fallas de desplazamiento de rumbo dextral con componente normal al NNE-SSW y norte-sur (Arroyo, 2001). Esta zona parece formar una franja de fallamiento dextral junto con la falla Canoas y la zona de falla Media, en la península de Burica (descrita más adelante), orientada casi norte-sur, a lo largo del límite político con Panamá.

La Falla Media es la falla más prominente de la península de Burica. Se extiende por la península hacia el norte y luego hacia el noreste adentrándose en Panamá. Es de alto ángulo y de desplazamiento de rumbo dextral con componente inversa y un desplazamiento vertical de 800-2500 m. El límite noreste de la falla es la cabecera del río Corotú, en la península de Burica. Al sur la falla se despliega en varios ramales que entran al mar, por lo que su límite sudeste no se ha determinado. Su longitud de punta a punta es de 35,8 km y

acumulada (incluyendo todos sus ramales) de 89,3 km. Su rumbo promedio es de N19°W. Se desconoce su período de recurrencia y la tasa de movimiento. El último movimiento se circunscribe al Cuaternario (Arroyo, 2001).

Sismicidad histórica

Durante el último siglo, por lo menos han ocurrido 19 sismos con magnitud $\geq 6,0$ en la zona limítrofe entre Costa Rica y Panamá y el sureste de Costa Rica. El sismo más destructivo fue el terremoto de Puerto Armuelles de julio de 1934, el cual tuvo una magnitud de 7,6 Ms (Camacho, 1991). El Cuadro 1 muestra la fecha y la magnitud de los sismos más importantes que han ocurrido durante el último siglo en la zona sureste de Costa Rica y oeste de Panamá.

Cuadro 1: Fecha y magnitud de los sismos más importantes (magnitud mayor a 6,0) que han ocurrido durante el último siglo en el sureste de Costa Rica y oeste de Panamá (Arroyo, 2001).

Num	Fecha	Nombre	Ms	Origen
1	20 de diciembre de 1904	Terremoto de Golfito	7,1	Subducción ¿?
2	21 de noviembre de 1933		6,0	ZFP
3	18 de julio de 1934	Terremoto de Puerto Armuelles	7,6	ZFP
4	18 de julio de 1934	Réplica del terremoto de Armuelles	6,5	Falla Media
5	18 de julio de 1934	Réplica del terremoto de Armuelles	6,0	ZFP
6	18 de julio de 1934	Réplica del terremoto de Armuelles	6,0	ZFP
7	18 de julio de 1934	Réplica del terremoto de Armuelles	6,9	ZFP
8	21 de julio de 1934	Réplica del terremoto de Armuelles	6,7	Falla Canoas ¿?
9	21 de julio de 1934	Réplica del terremoto de Armuelles	6,0	Falla Media
10	5 de diciembre de 1941	Terremoto de Puerto Cortés	7,3	Subducción
11	3 de junio de 1945		7,0	Subducción
12	18 de agosto de 1949		6,5	
13	8 de abril de 1957		6,3	ZFP
14	12 de marzo de 1962		6,8	
15	1 de julio de 1979	Terremoto de Puerto Armuelles	6,4	Subducción
16	3 de abril de 1983	Terremoto de Golfito o Sábado Santo	7,3	Subducción
17	19 de agosto de 1982		6,4	ZFP
18	30 de julio del 2002	Sismo de Burica	6,2 Mw	ZFP
19	25 de diciembre del 2004	Terremoto de Navidad	6,6 Mw	Falla media ¿?

Ms, Magnitud determinada con base en las ondas superficiales, Mw: Magnitud determinada con base en el momento sísmico

Terremoto de Navidad, 25 de diciembre del 2003 (6,6 Mw)

En la madrugada del 25 de diciembre del 2003, ocurrió un fuerte sismo de 6,6 Mw, localizado al este de Puerto Armuelles (Cuadro 2). La zona de Corredores y Coto Brus fue escenario de una intensa actividad sísmica desde el 3 de diciembre del 2003. En total entre los meses de diciembre del 2003 y enero y febrero del 2004, se reportaron 42 sismos sentidos con epicentro en la zona de Burica y Corredores (Cuadro 3).

Cuadro 2: Características macrosísmicas del sismo de Navidad (Fuente RSN).

Fecha	25 de diciembre
Hora Local	1:11 a.m.
Coordenadas	8,271° N y 82,800° W
Magnitud	6,6 Mw
Profundidad	26,0
Ubicación	7 km al este de Armuelles

Cuadro 3: Características de los sismos sentidos durante el período diciembre del 2003– febrero del 2004 (Fuente RSN).

#	Día-Mes	H. L.	Prof	M	Localización	Intensidades (MM)
1	03-12	23:57	12,0	4,2	22 km al SW de Laurel de Corredores	III-IV Laurel de Corredores
2	04-12	00:00	2,2	4,4	24 km al SW de Laurel de Corredores	III-IV Laurel de Corredores
3	04-12	00:04	7,0	3,8	20 km al SSW de Laurel de Corredores	III-IV Laurel de Corredores
4	04-12	00:20	10,0	4,2	24 km al SSW de Laurel de Corredores	III-IV Laurel de Corredores
5	04-12	00:22	10,1	4,3	21 km al SSW de Laurel de Corredores	III-IV Laurel de Corredores
6	04-12	10:50	10,0	4,3	32 km al SSW de Laurel de Corredores	IV en Puerto Armuelles y Laurel de Corredores, III en Río Claro, Golfito, Canoas, David y II en San Isidro.
7	25-12	01:11	26,0	6,6	7 km al este de Armuelles	VII Puerto Armuelles (Panamá), VI San Vito, Ciudad Neily y Canoas, V Pérez Zeledón, IV Turrialba, Limón, Valle Central, San Ramón, III Zona Norte.
8	25-12	01:22	9,2	4,5	56 km al NE de Armuelles	IV en Puerto Armuelles, II Turrialba
9	25-12	02:11	11,9	3,7	20 km al SW de	III Puerto Armuelles Panamá
10	25-12	02:13	9,7	4,1	25 km al NW Armuelles	IV Puerto Armuelles Panamá
11	25-12	02:19	10,5	3,9	20 km al NW Armuelles	III Puerto Armuelles Panamá
12	25-12	06:00	15,1	3,9	9 km al NW de Laurel de Corredores	III Laurel
13	25-12	06:31	8,6	3,6	19 km al norte de Laurel de Corredores	III Puerto Armuelles y Laurel
14	25-12	7:26	8,0	3,9	70 km al NW de	III Puerto Armuelles Panamá
15	25-12	15:14	14,0	3,9	23 km al NW de Armuelles	III Puerto Armuelles Panamá
16	25-12	15:20	11,0	4,1	21 km al W de Armuelles	III-IV Puerto Armuelles Panamá
17	25-12	14:33	15,6	4,6	27 km al SE de Armuelles	IV Ciudad Neily, III San Isidro de El General, II-III Valle Central
18	25-12	16:09	8,0	4,3	6 km al SW de Laurel de Corredores	III en Puerto Armuelles
19	25-12	16:35	10,0	3,2	40 km al W de Armuelles	II Puerto Armuelles y Ciudad Neilly
20	25-12	16:49	10,9	3,7	22 km al NW de Armuelles	III Puerto Armuelles y Ciudad Neilly

#	Día	H. L.	Prof	M	Localización	Intensidades (MM)
21	25-12	17:12	10,3	3,6	27 km al NW de Armuelles	III Puerto Armuelles y Ciudad Neilly
22	25-12	17:30	10,0	3,9	13 km al NW de Armuelles	III Puerto Armuelles y Ciudad Neilly
23	25-12	18:13	10,2	3,7	29 km al NW de Armuelles	III Puerto Armuelles y Ciudad Neilly
24	25-12	20:04	10,6	4,0	25 km al NW de Armuelles	III Puerto Armuelles y Ciudad Neilly
25	25-12	21:04	14,6	3,8	23 km al NW de Armuelles	III Puerto Armuelles y Ciudad Neilly
26	26-12	11:00	20,1	3,8	10 km al SW de Laurel de Corredores	III Puerto Armuelles y Laurel
27	26-12	11:06	4,0	4,1	33 km al oeste de Laurel de Corredores	III Puerto Armuelles y Laurel
28	26-12	11:15	14,8	4,3	14 km al SW de Armuelles	III Puerto Armuelles y Laurel
29	26-12	18:41	16,6	3,6	16 km SW de Armuelles	III Puerto Armuelles y Laurel
30	27-12	01:24	17,5	4,4	16 km al sur de Armuelles	III Puerto Armuelles y Laurel
31	27-12	11:24	11,5	3,0	24 km al NW de Armuelles	III Puerto Armuelles
32	27-12	15:45	30,3	4,7	12 km al SSE de Armuelles	IV Puerto Armuelles, Finca Naranjo y Laurel, III en Ciudad Neily, San Vito y Sabalito de Coto Brus, II Valle Central.
33	30-12	13:53	11,6	4,2	13 km al oeste de Laurel de Corredores	III Laurel
34	07-01	04:42	15,0	5,1	7 km al Sur-Sureste de Puerto Armuelles(Panamá)	IV Ciudad Neily y Canoas, III Turrialba, Cartago y Valle Central.
35	03-02	13:34	7,3	4,1	15 km al SW de Puerto Armuelles	III en Puerto Armuelles
36	04-02	05:59	14,0	5,8	28 km al suroeste de Laurel de Corredores	VI en Laurel, Puerto Armuelles; V San Isidro, IV en San José, Turrialba, Limón, III en San Ramón, II Ciudad Quesada.
37	04-02	06:35	3,9	4,6	14 km al W de laurel de Corredores	III-IV Laurel
38	04-02	06:40	2,8	4,4	15 km al SW de Puerto Armuelles	III-IV Laurel
39	12-02	06:03	10,0	3,9	19 km al SW de Laurel de Corredores	III Laurel
40	12-02	06:06	10,0	3,5	20 km al NW de Ciudad Neily	III Laurel
41	12-02	18:01	10,0	4,0	28 km al SW de Laurel	III Laurel
42	15-02	05:54	12,8	4,0	6 km al NW de Ciudad Neily	III Ciudad Neily y Río Claro

Las intensidades máximas producidas por este sismo ocurrieron en la comunidad de Finca Naranjo.

Cuadro 4: Intensidad en algunas localidades debido al sismo del 25 de diciembre del 2003

Num	Localidades	Int	Descripción
1	Finca Naranjo	VIII	
2	San Vicente de Puerto Armuelles	VII	Dificultad en mantenerse en pie. Objetos colgantes se movían violentamente, caída de objetos pequeños. Muebles (incluso pesados) se corrieron o volcaron, Algunas ventanas se rompieron. Colapso de viviendas de madera en mal estado. Grietas en repellos de estructuras de mampostería.
3	Punta Vanegas de Burica, CR	VII	
4	Progreso, Panamá	VII	
5	Nueva Florida, Panamá	VII	
6	La Esperanza, Panamá	VII	
7	Puerto Armuelles, Panamá	VII	
8	Laurel	VII	
9	La Cuesta	VII	
10	San Vicente, Panamá	VII	
11	Ciudad Nelly	VII	
12	Agua Buena	VI+	
13	San Francisco de Agua Buena	VI+	
14	Copal de Agua Buena	VI+	
15	Sabalito de Coto Brus	VI+	
16	Palmar Norte	VI	
17	Río Claro	VI	
18	Paso Canoas	VI	
19	Concepción, Panamá	VI	
20	David, Panamá	VI	
21	Bugaba, Panamá	VI	
22	Alanje, Panamá	VI	
23	San Miguel de Agua Buena	VI	
24	Aguas Claras de Coto Brus	VI	
25	Lourdes de San Vito	VI	
26	San Vito de Coto Brus	VI	
27	San Rafael de Sabalito	VI	
28	Buenos Aires de Puntarenas	V+	Sentido por todas las personas, incluso aquellas que se encontraban en movimiento. Los objetos colgantes se movieron fuertemente. Algunos objetos livianos fueron desplazados.
29	San Isidro de El General	V	
30	Turrialba	V	
31	Calle Blancos (San José)	IV+	Sentido por casi todas las personas. Objetos colgantes oscilaban fuertemente. Puertas se tambaleaban.
32	Barrio México	IV+	
33	Santo Domingo de Heredia	IV+	
34	San Ramón de Alajuela	IV	
35	Cartago	IV	
36	San Francisco de Flores	IV	
37	Tibás	IV	
38	La Cima de Copey de Dota	IV	
39	Trinidad de Copey de Dota	IV	
40	San Sebastián (San José)	IV	
41	Puntarenas	IV	
42	Curridabat	IV	
43	Pavas	IV	
44	Alajuela	IV	

45	San Francisco de Heredia	IV	
46	Desamparados (Calle Fallas)	IV	
47	Desamparados centro	IV	
48	San Vicente de Moravia	IV	
49	Sabanilla de Montes de Oca	IV	
50	Patarrá de Desamparados	IV	
51	Barva de Heredia	IV	
52	Zapote centro	IV	
53	Escazú	IV	
54	San Rafael Abajo de Desamparados	IV	
55	Santa Ana	IV	
56	Atenas	IV	
57	Parismina	IV	
58	San Rafael de Guatuso	I	
		No fue sentido	

Dist: distancia epicentral en km, **Int:** Intensidad en la escala Mercalli Modificada, **CR:** Costa Rica; **PAN:** Panamá.

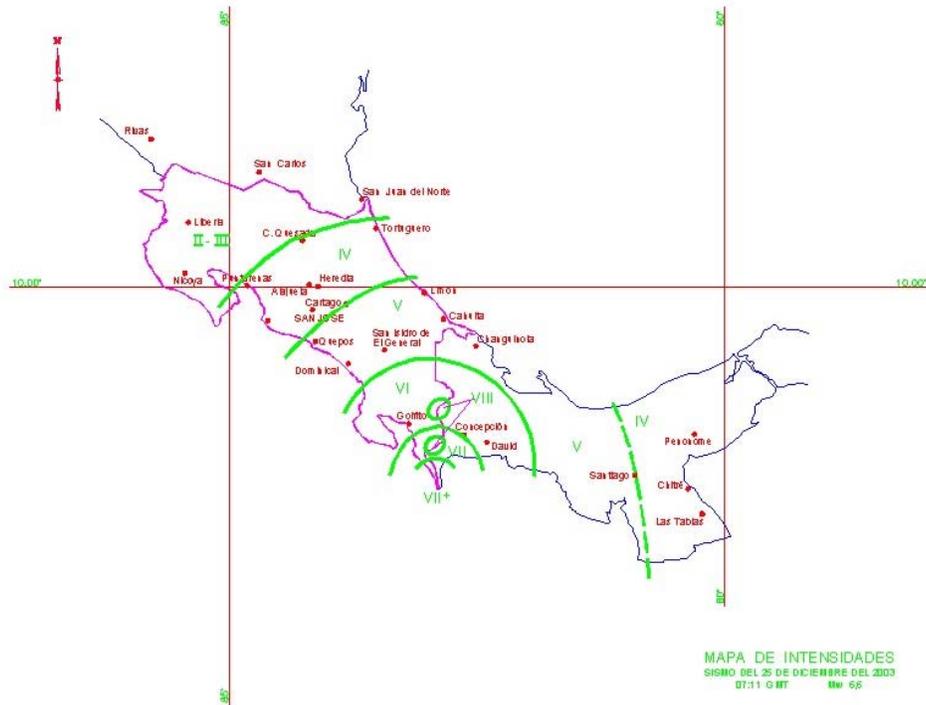


Figura 1: Mapa preliminar de isositas del sismo del 25 de diciembre del 2003.

Aceleraciones registradas

A continuación se presentan las aceleraciones registradas por la red de acelerógrafos del Laboratorio de Ingeniería Sísmica para cada uno de los sismos considerados: 25 de diciembre del 2003, 7 de enero del 2004 y 4 de febrero del 2004. Se indican en un cuadro: los valores máximos de aceleración por componente, las distancias hipocentrales y la intensidad asociada a cada sitio. Además, se presentan espectros de respuesta calculados a partir de los acelerogramas registrados en la estación GLF (Hospital de Golfito), que fue la de menor distancia hipocentral en los tres casos y unos gráficos que permiten comparar los valores registrados con las relaciones de atenuación obtenidas por Schmidt *et al.* (1997).

Al final de este apartado se muestra un gráfico que relaciona las aceleraciones registradas con la intensidad asociada a cada sitio de registro. En el anexo se presentan algunas formas de onda (acelerogramas) correspondientes a registros de estos sismos.

Aceleraciones del sismo del 25 de diciembre del 2003 (6,6 Mw)

La aceleración máxima registrada fue en la estación GLF (Hospital de Golfito) con un valor de 11% g que es además la de menor distancia hipocentral (65,6Km). Otro registro importante se obtuvo en ALJ (Edificio CIPET frente al parque central de Alajuela), con un valor de 4% g y una distancia hipocentral considerable (243,5Km). El hecho de que a esta distancia se hayan obtenido valores importantes de aceleración se debe probablemente a la presencia de efectos de sitio en ese lugar, que provocan la amplificación de la onda sísmica por presencia de suelos blandos. En general, los valores de aceleración máxima que se obtuvieron en las demás estaciones varían entre 1 y 4% g. Es interesante observar que en la estación CBQ (Cuerpo de Bomberos de Quepos) la componente vertical es en la que se obtuvo el mayor valor de aceleración para ese sitio. El cuadro 5 muestra todos los valores registrados para este sismo, así como la intensidad asociada a la estación respectiva.

Cuadro 5: Aceleraciones máximas registradas para el sismo del 25 de diciembre del 2003.

Estación	Dist hip (km)	L	V	T	Acel max	INT (MM)
ALJ	243,52	0,040	0,033	0,017	0,040	4
CBQ	199,66	0,028	0,042	0,014	0,042	5
CDN	214,19	0,010	0,004	0,011	0,011	4
ECA	234,40	0,032	0,012	0,034	0,034	4
FRA	216,29	0,009	0,004	0,009	0,009	4
GLF	63,65	0,116	0,107	0,074	0,116	6
GTS	225,09	0,015	0,007	0,023	0,023	4
ISD	159,99	0,021	0,012	0,025	0,025	5
LPF	231,92	0,024	0,010	0,037	0,037	4
OVS	248,89	0,006	0,004	0,006	0,006	4
RAL	221,45	0,017	0,020	0,007	0,020	4
RGGA	254,63	0,010	0,004	0,012	0,012	4
RMO	195,09	0,014	0,012	0,006	0,014	5
RTU	208,71	0,007	0,004	0,009	0,009	5
SLG	216,87	0,033	0,008	0,034	0,034	5
SRM	274,57	0,017	0,014	0,021	0,021	4
TBA	206,78	0,020	0,009	0,029	0,029	5

Notas: L: componente longitudinal: Norte-Sur, V: componente vertical, T: componente transversal: Este-Oeste, Dist hip: Distancia hipocentral, INT (MM): Intensidad en la Escala Mercalli Modificada.

La figura 2 muestra los espectros de respuesta para 0, 2, 5, 10 y 20% de amortiguamiento obtenidos a partir de registro en componente longitudinal de la estación GLF, que es la más cercana al epicentro. El valor máximo es de 500 cm/s^2 para el 5% de amortiguamiento, que corresponde a un periodo aproximado de 0,22s

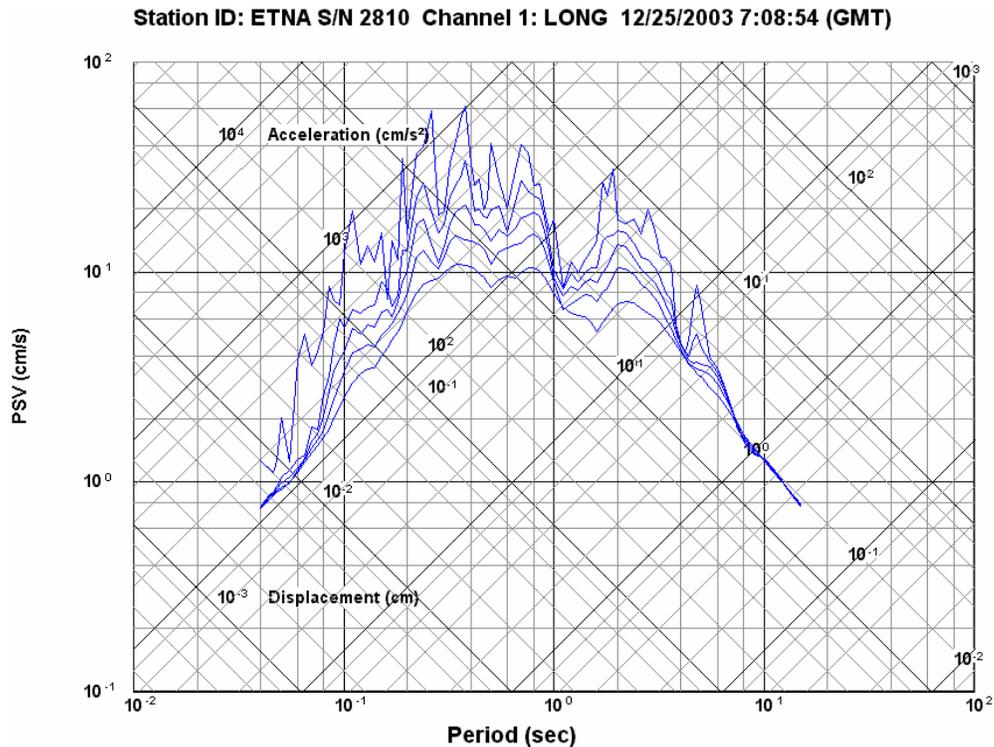


Figura 2: Espectros de respuesta para cinco amortiguamientos obtenidos a partir del registro de la componente longitudinal obtenido en la estación GLF.

Al comparar los valores de aceleración máxima registrada con los obtenidos a partir de las relaciones de atenuación estimadas por Schmidt *et al.*, 1997), se observa que los valores registrados son notablemente más bajos que la curva (Figura 3). Lo anterior se debe probablemente a que estas relaciones fueron obtenidas a partir de datos con distancias hipocentrales cortas e intermedias (menores que 100 km), por lo que a partir de esta distancia la curva es proyectada. Sería de especial interés incorporar los datos que aportó este sismo al actualizar las relaciones propuestas en el futuro, ya que gracias a la existencia de una red digital en la actualidad, se logran obtener registros a distancias largas.

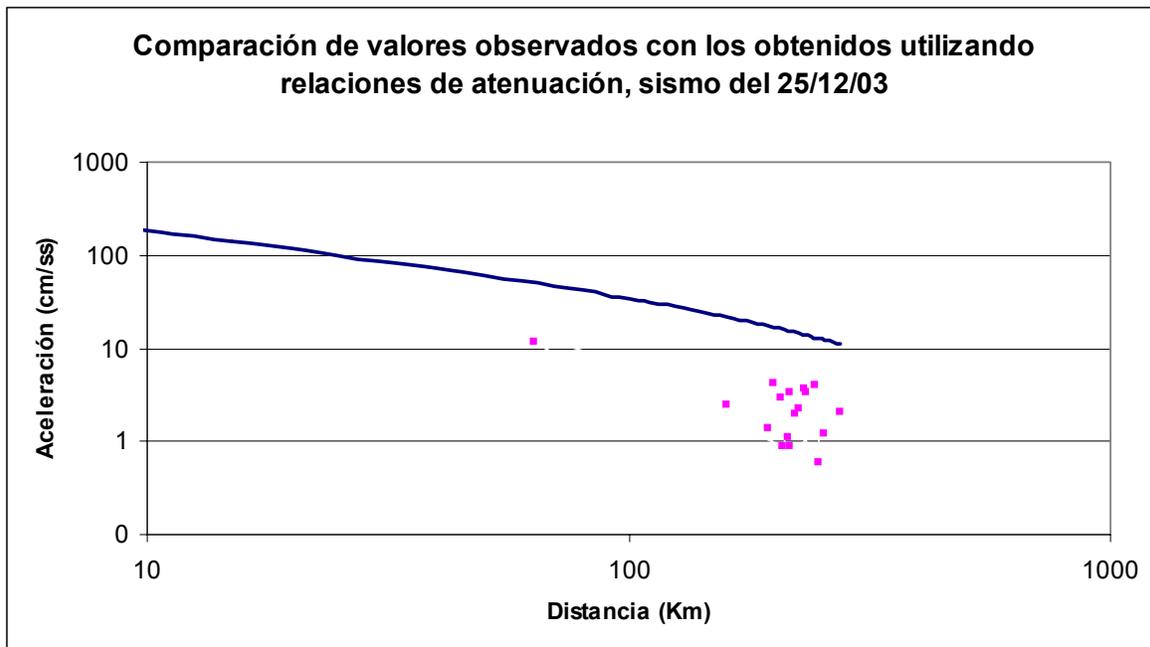


Figura 3: Valores observados en comparación con los obtenidos a partir de las relaciones de atenuación según Schmidt *et al.* (1997).

Aceleraciones del sismo del 7 de enero del 2004 (5,5 Mw)

La aceleración máxima registrada para este sismo es del 4,4 %g, que corresponde a la componente longitudinal registrada en GLF, a una distancia hipocentral aproximada de 60 km. Las demás aceleraciones máximas son cercanas al 1 %, siendo las registradas en CDN (Ciudad de los Niños, Cartago) y FRA (Frailes, Desamparados) las más bajas por ubicarse estas estaciones en roca. Es de mencionarse nuevamente el caso de ALJ, que presenta la distancia hipocentral más larga y no así el menor valor de aceleración, debido probablemente a efectos de sitio por presencia de suelos blandos de espesor considerable. El Cuadro 6 muestra las características de todos los valores registrados para este evento.

Cuadro 6: Aceleraciones máximas registradas para el sismo del 7 de enero del 2004.

Estación	Dist hip (km)	L	V	T	Acel max	INT (MM)
ALJ	241,88	0,009	0,009	0,005	0,009	3
CDN	212,80	0,0036	0,0013	0,0032	0,004	3
ECA	232,62	0,0104	0,0030	0,0082	0,010	3
FRA	213,99	0,0035	0,0023	0,0037	0,004	3
GLF	58,67	0,0443	0,0358	0,0283	0,044	4
LPF	230,32	0,0098	0,0030	0,0118	0,012	3

Notas: L: componente longitudinal: Norte-Sur, V: componente vertical, T: componente transversal: Este-Oeste, Dist hip: Distancia hipocentral, INT (MM): Intensidad en la Escala Mercalli Modificada.

La figura 4 muestra los espectros de respuesta para 0, 2, 5, 10 y 20 % de amortiguamiento obtenidos a partir de registro en componente longitudinal de la estación

GLF, que es la más cercana al epicentro. El valor máximo es de 175 cm/s^2 para el 5% de amortiguamiento, que corresponde a un periodo aproximado de 0,22s.

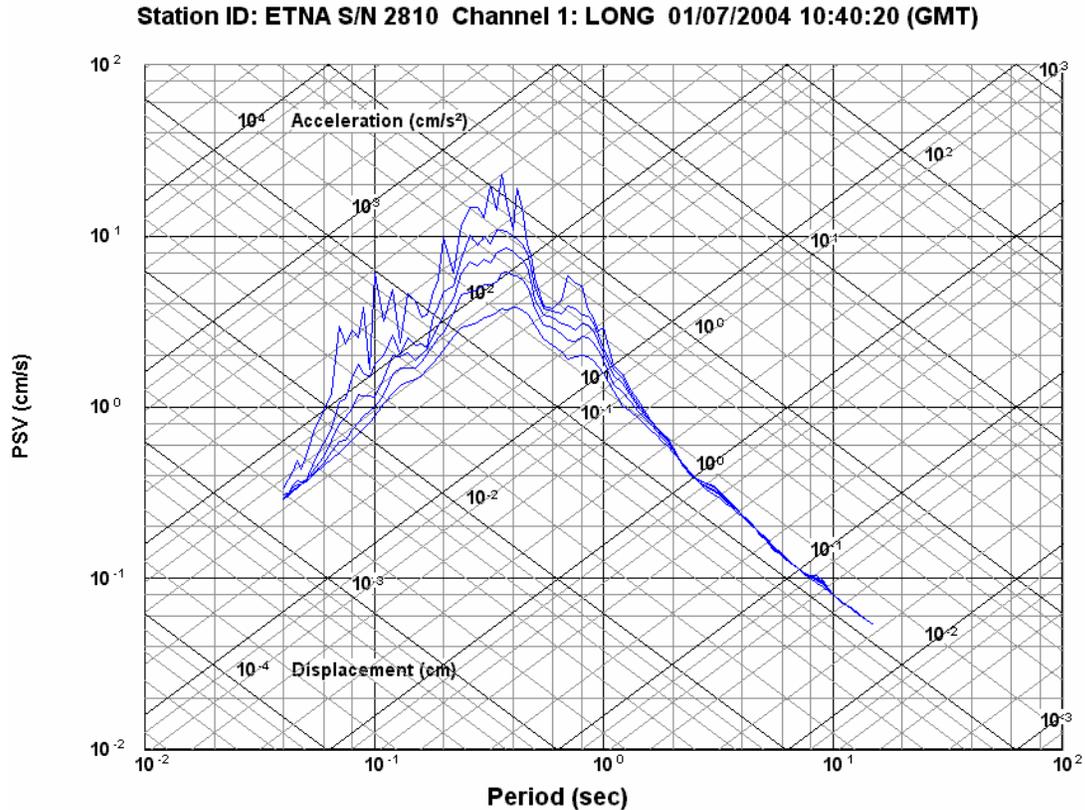


Figura 4: Espectros de respuesta para cinco amortiguamientos obtenidos a partir del registro de la componente longitudinal obtenido en la estación GLF.

En la figura 5 se muestra la relación entre los valores de aceleración registrados y su distancia respectiva, con los obtenidos según las relaciones de atenuación estimadas por Schmidt *et al.* (1997). Al igual que para el sismo anterior, los valores registrados son menores que los obtenidos por medio de las relaciones de atenuación debido a que, para este último caso, se utilizaron predominantemente registros cercanos (distancias menores que 100 km) ya que eran los datos disponibles en ese momento. Se espera que al plantear nuevamente modelos de atenuación en el futuro y al incluir estos datos, haya una mejor aproximación entre las relaciones entre lo estimado y lo registrado.

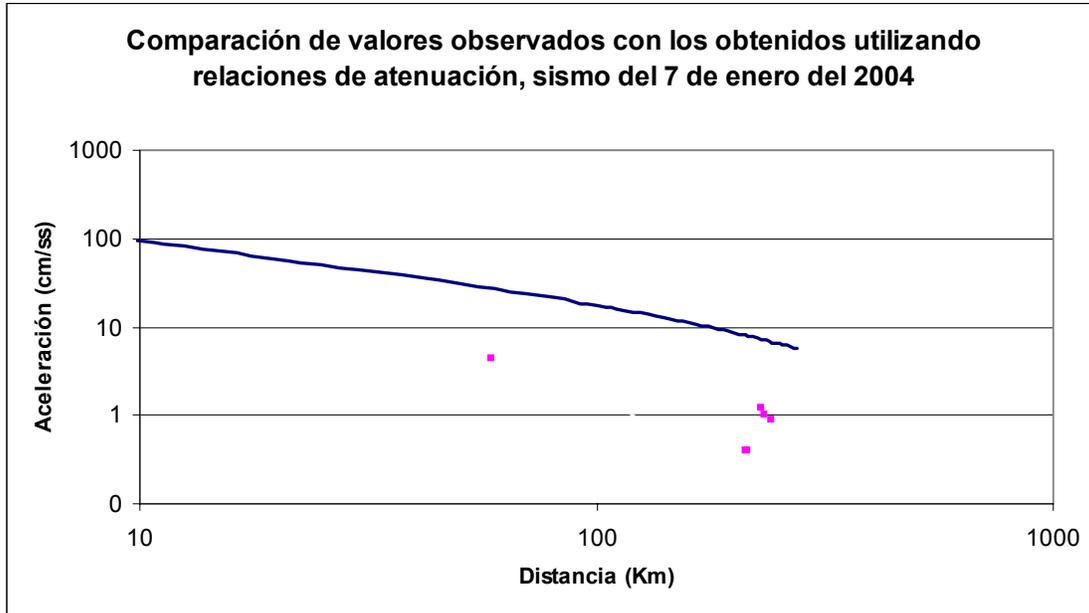


Figura 5: Valores observados en comparación con los obtenidos a partir de las relaciones de atenuación según Schmidt *et al.* (1997).

Aceleraciones del sismo del 4 de febrero del 2004 (5,8 Mw)

Para este caso, la aceleración máxima registrada es de 9,4 % g, que corresponde con la componente longitudinal del acelerograma en la estación GLF, a una distancia hipocentral de 38 km. Se tienen además aceleraciones superiores al 2% g en: ALJ (217 km de distancia hipocentral), SLG (Colegio San Luis Gonzaga, Cartago, a 191 km) y TBA (Sede de la Universidad de Costa Rica en Turrialba, a 183 km), que resultaron ser valores superiores o iguales que los registrados en otras estaciones con menor o igual distancia hipocentral. Esto se debe probablemente a efectos de sitio presentes en esas tres estaciones. Cabe resaltar además que en ALJ la mayor aceleración registrada fue en la componente vertical. Todos los valores máximos registrados se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7: Aceleraciones máximas registradas para el sismo del 4 de febrero del 2004.

Estación	Dist hip (km)	L	V	T	Acel max	INT (MM)
ALJ	216,83	0,022	0,026	0,010	0,026	IV
CBQ	167,55	0,0136	0,0183	0,0084	0,018	IV
CDN	188,54	0,0087	0,0037	0,0078	0,009	IV
ECA	207,47	0,0132	0,0057	0,0124	0,013	IV
GLF	37,95	0,0941	0,0835	0,0600	0,094	VI
ISD	132,79	0,0125	0,0092	0,0179	0,018	V
OVS	221,51	0,0031	0,0021	0,0043	0,004	IV
RAL	196,02	0,0087	0,0128	0,0086	0,013	IV
RGA	226,26	0,0073	0,0040	0,0058	0,007	IV
RTU	186,99	0,0055	0,0027	0,0067	0,007	IV
SLG	191,33	0,0189	0,0056	0,0227	0,023	IV
TBA	185,24	0,0210	0,0088	0,0190	0,021	IV

Notas: L: componente longitudinal: Norte-Sur, V: componente vertical, T: componente transversal: Este-Oeste, Dist hip: Distancia hipocentral, INT (MM): Intensidad en la Escala Mercalli Modificada.

La figura 6 muestra los espectros de respuesta para 0, 2, 5, 10 y 20 % de amortiguamiento obtenidos a partir de registro en componente longitudinal de la estación GLF, que es la más cercana al epicentro. El valor máximo es de 300 cm/s^2 para el 5 % de amortiguamiento, que corresponde a un periodo aproximado de 0,22s, que fue el mismo en esta estación para los tres sismos analizados.

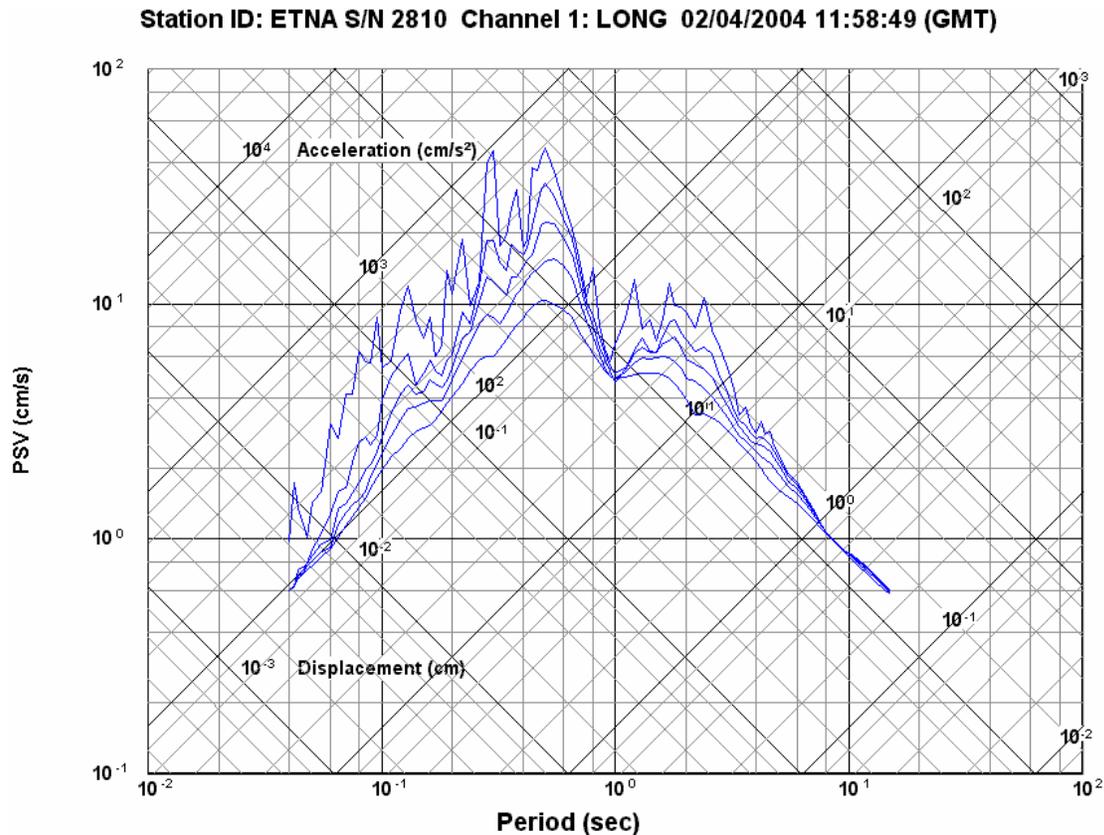


Figura 6: Espectros de respuesta para cinco amortiguamientos obtenidos a partir del registro de la componente longitudinal obtenido en la estación GLF.

Al relacionar las aceleraciones registradas con las estimadas por medio de las relaciones de atenuación, se observa lo mismo sucedido en los dos casos anteriores: valores observados más bajos que los calculados, debido a las razones ya expuestas. Lo anterior se muestra en la figura 7.

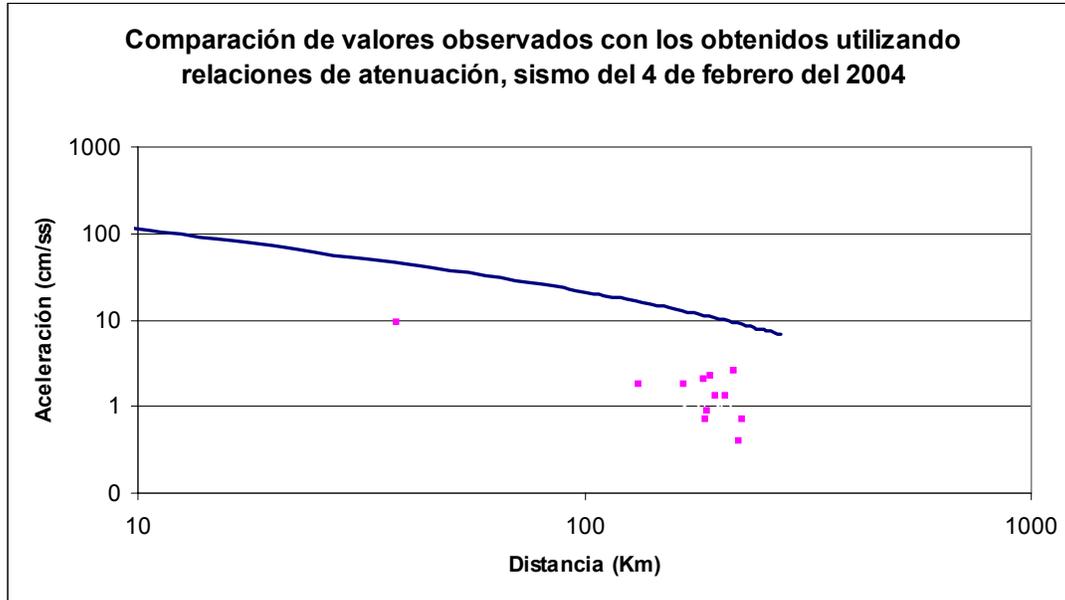


Figura 7: Valores observados en comparación con los obtenidos a partir de las relaciones de atenuación según Schmidt *et al.* (1997).

Conclusiones

Se observó un rango de aceleraciones máximas registradas de 0,9 a 11,6 % g para el sismo del 25 de diciembre del 2003 (6,6 Mw), entre 0,9 y 4,4 % g para el sismo del 7 de enero del 2004 (5,5 Mw) y entre 0,9 y 9,4 % g para el sismo del 4 de febrero del 2004 (5,8 Mw). Los valores de aceleración más altos, se obtuvieron en GLF (hospital de Golfito), el cual es el sitio con menor distancia hipocentral para los tres eventos mencionados.

Debe hacerse notar el claro efecto de amplificación presente en la estación ALJ (Alajuela) debido a la presencia de suelos blandos en ese sitio.

Al comparar los valores registrados con los obtenidos mediante las relaciones de atenuación propuestas por Schmidt *et al.* (1997) se observó que lo registrado es menor que lo obtenido a partir de esos modelos, debido probablemente a que al proponer las relaciones mencionadas se contaba con pocos datos observados para distancias mayores de 100 km. Por esta razón, es recomendable replantear esas curvas considerando el valioso aporte de datos que para distancias superiores a 100 km, proporcionan estos tres sismos.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de Dr. Guillermo Alvarado, MSc. Marco Barahona y Pablo Ruiz. El transporte fue facilitado por la Comisión Nacional de Emergencias. Los viáticos fueron proveídos por la Universidad de Costa Rica.

Contactos

Lepolt Linkimer Abarca, lepolti@cariari.ucr.ac.cr

Víctor Schmidt Díaz, vschmidt@eic.ucr.ac.cr

Dirección postal: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, INII, Universidad de Costa Rica. Tel: 253-73-31, Fax: 224-26-19. Apdo. 36-2060, San José, CR.

Ileana Boschini López, IBoschini@ice.go.cr

Dirección postal: Área de Amenazas y Auscultación Sismo-Volcánica, Instituto Costarricense de Electricidad, ICE. Tel: 220-62-79. Fax: 220-8212. Apdo. 10032-1000, San José, CR.

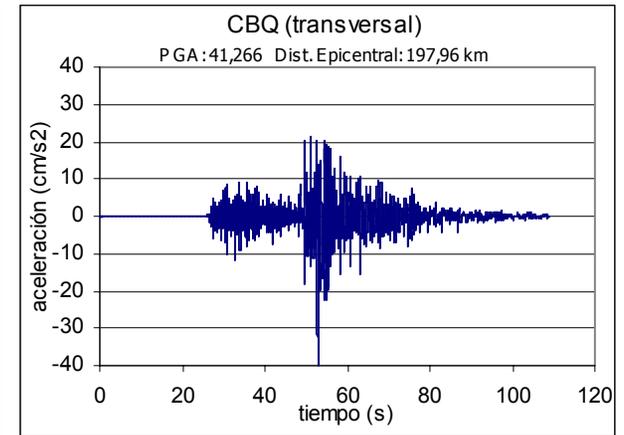
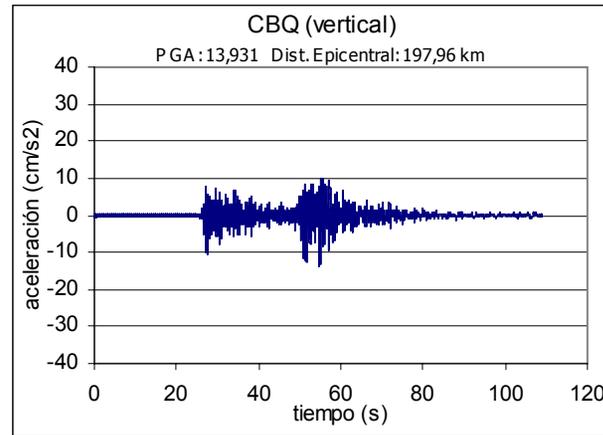
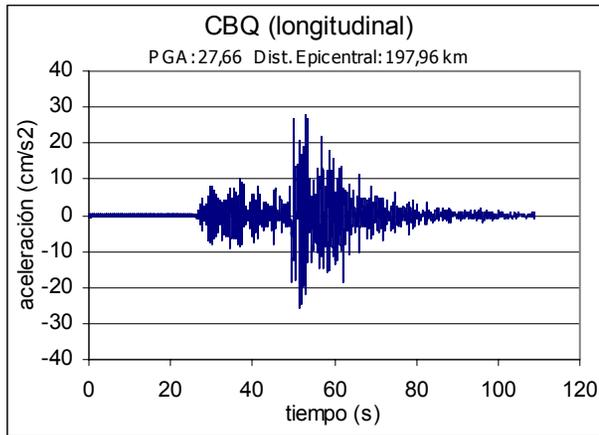
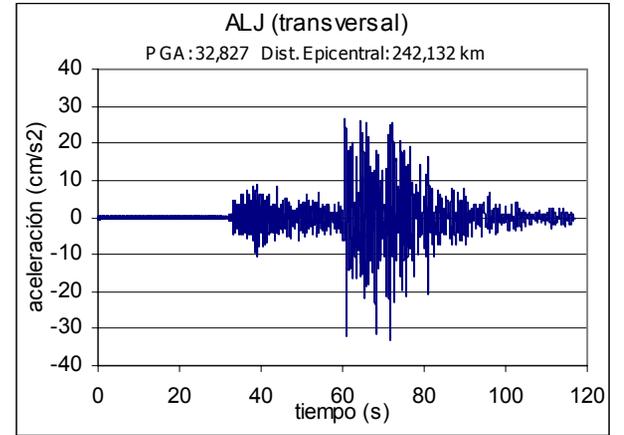
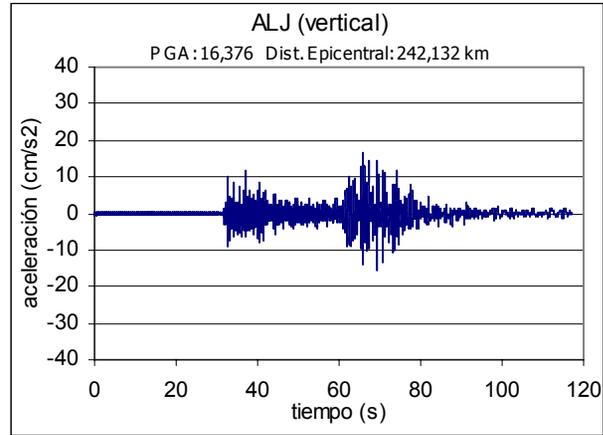
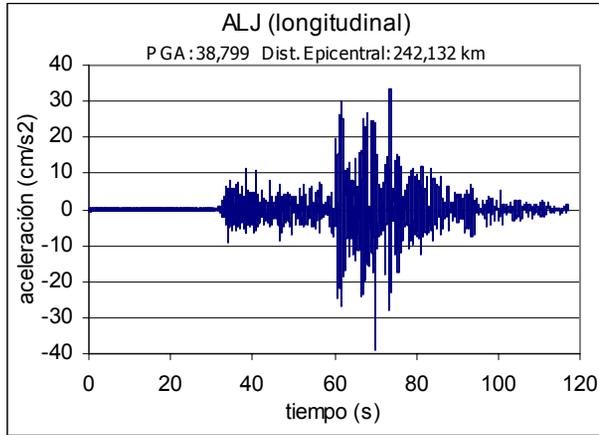
Referencias

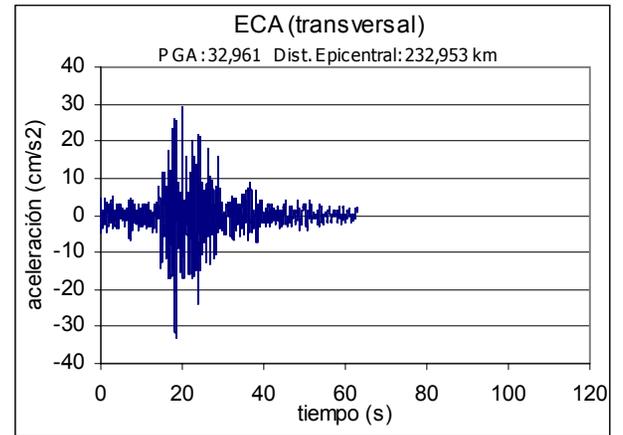
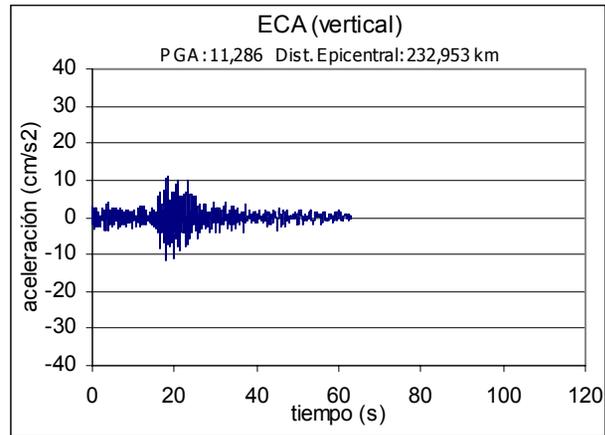
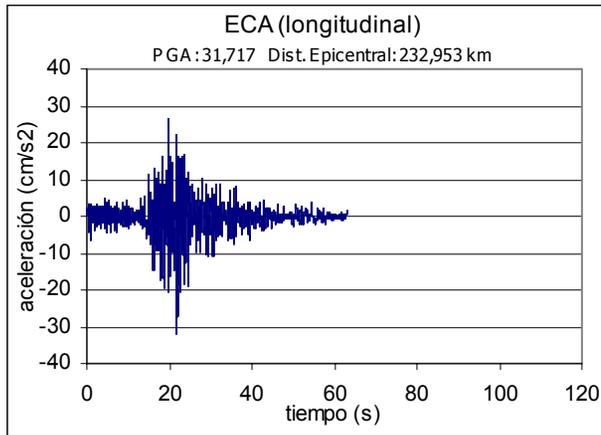
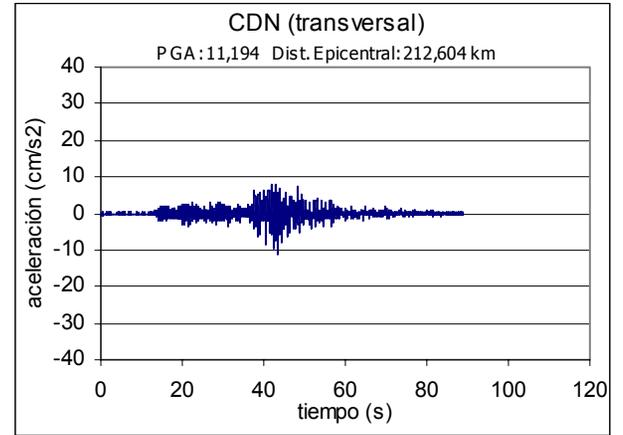
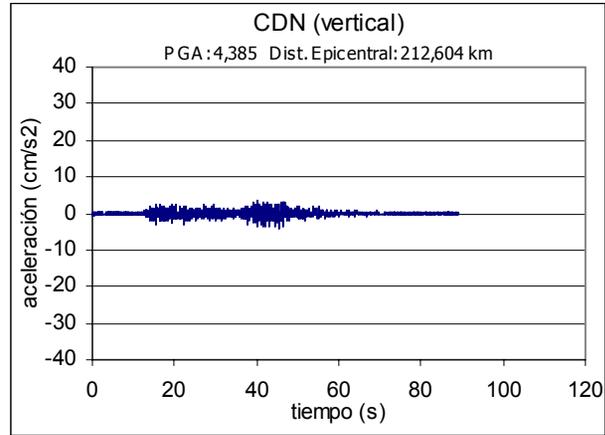
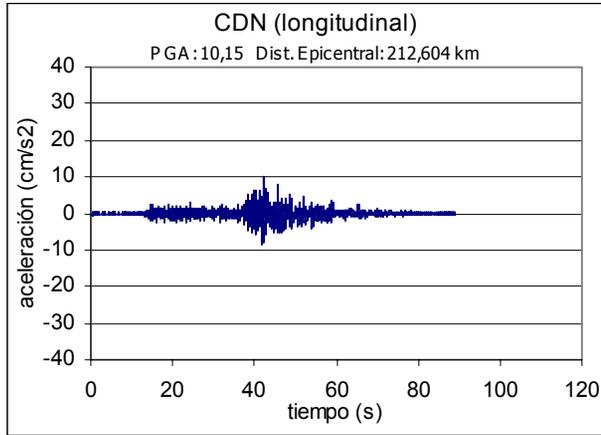
Arroyo, I. G., 2001: Sismicidad y Neotectónica en la región de influencia del proyecto hidroeléctrico Boruca: hacia una mejor definición sismogénica del sureste de Costa Rica. –Tesis de Licenciatura, Escuela Centroamericana de Geología, 162 págs.

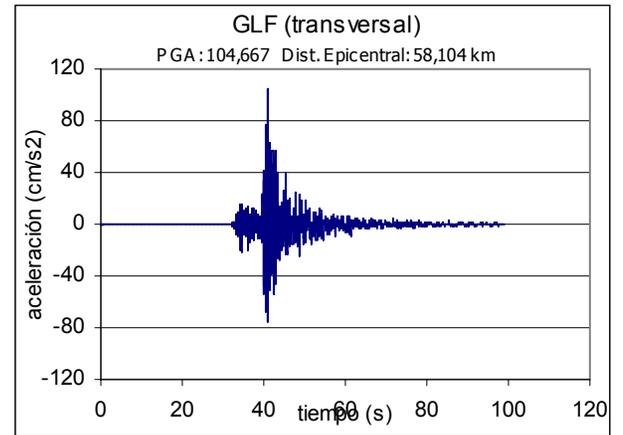
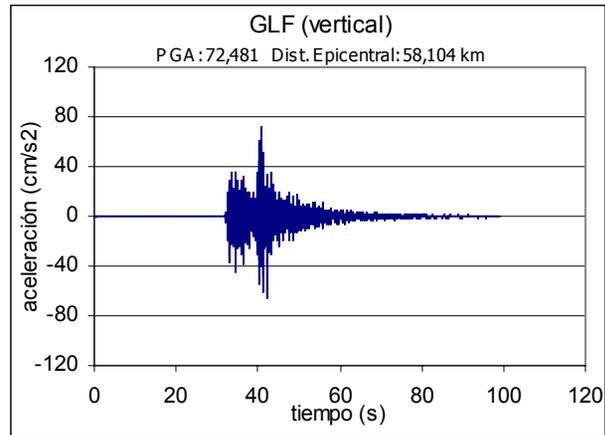
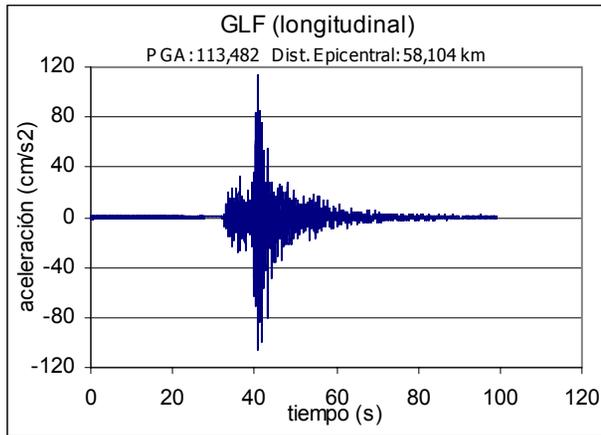
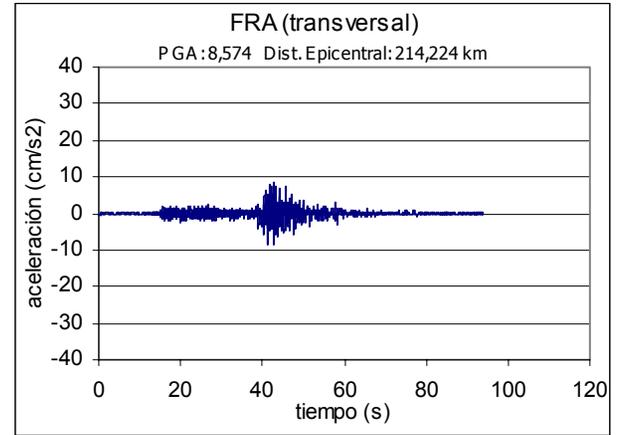
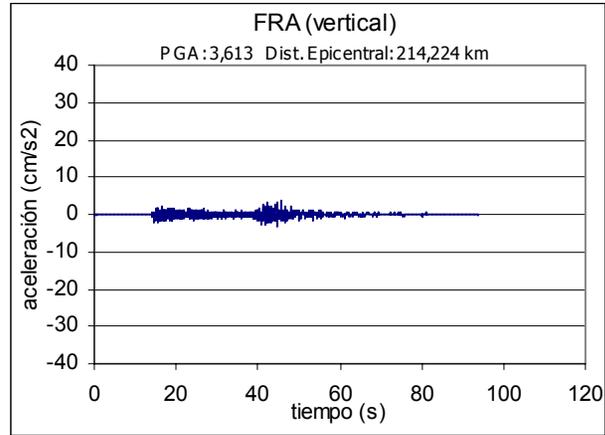
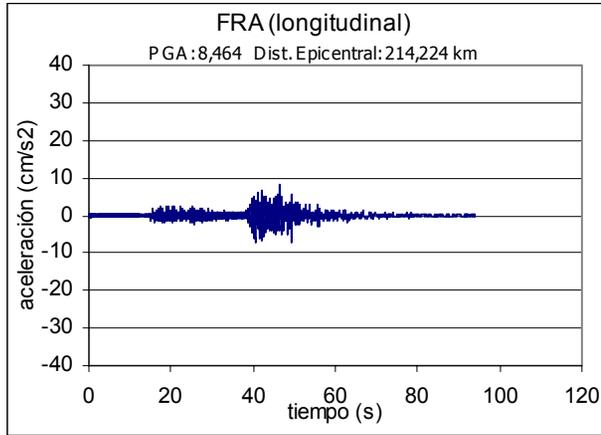
Camacho, E., 1991: The Puerto Armuelles earthquake (southwestern Panama) of July 18, 1934. –Rev Geol. Amér. Central, 13: 1-13.

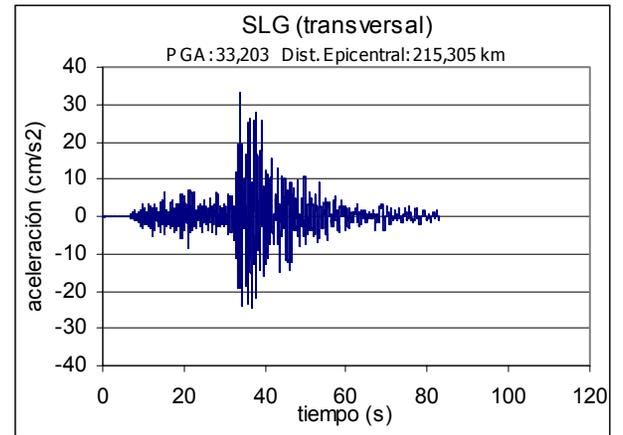
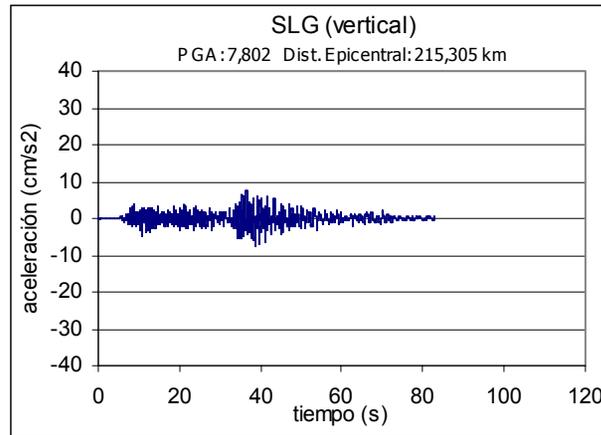
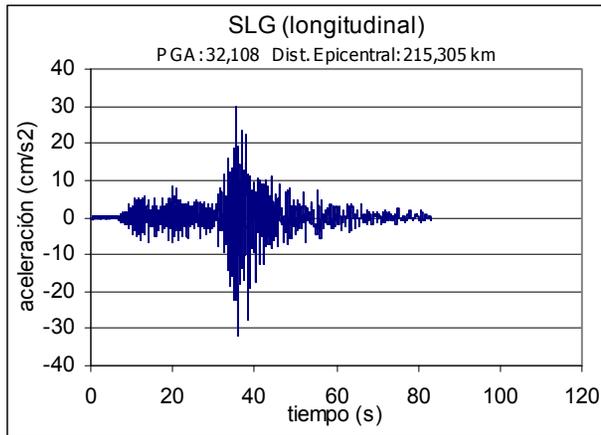
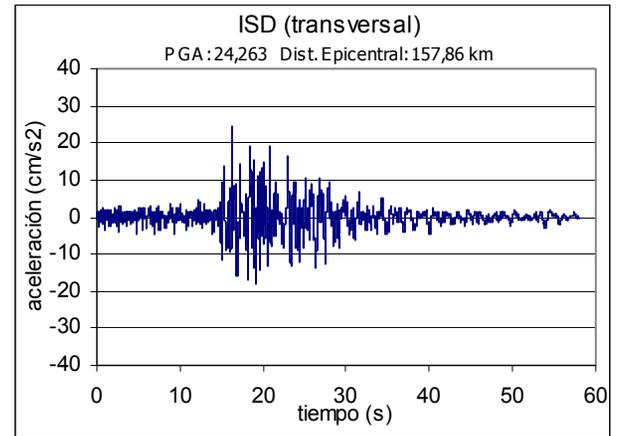
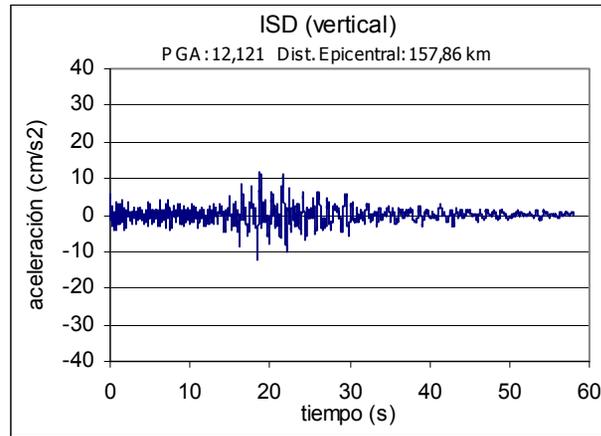
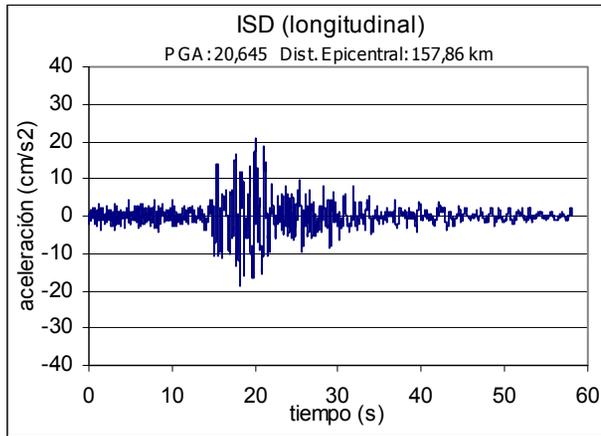
Schmidt, V., Dahle A., y Bungum, H., 1997: Costa Rican Spectral Strong Motion Attenuation. -Technical Report. NORSAR, Norway, 45 págs.

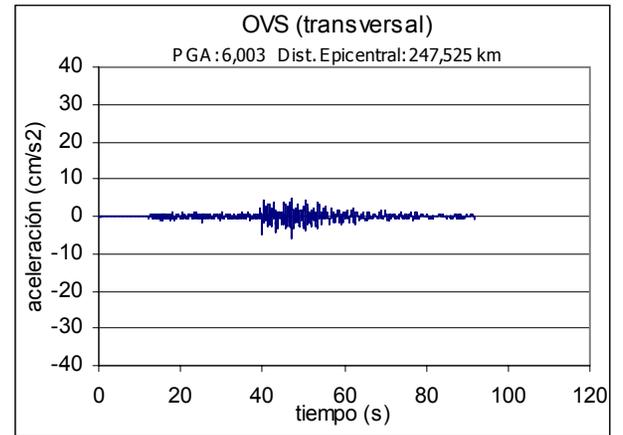
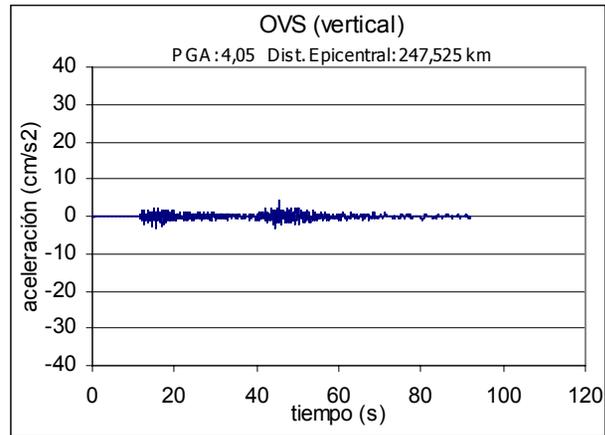
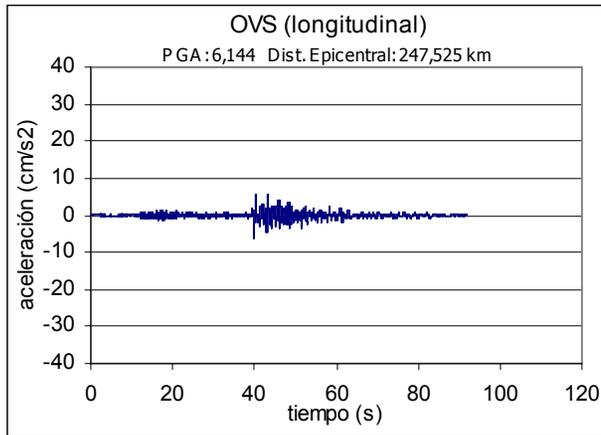
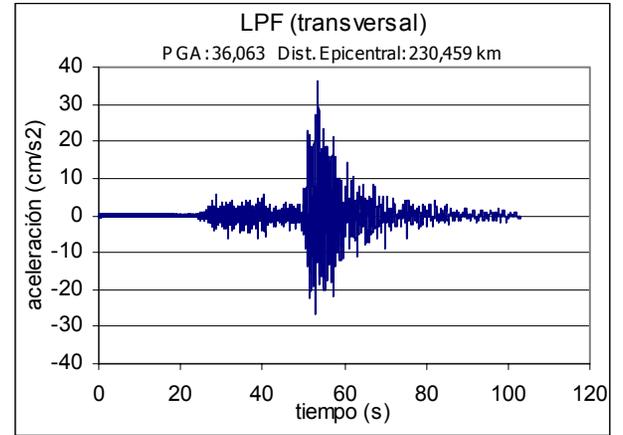
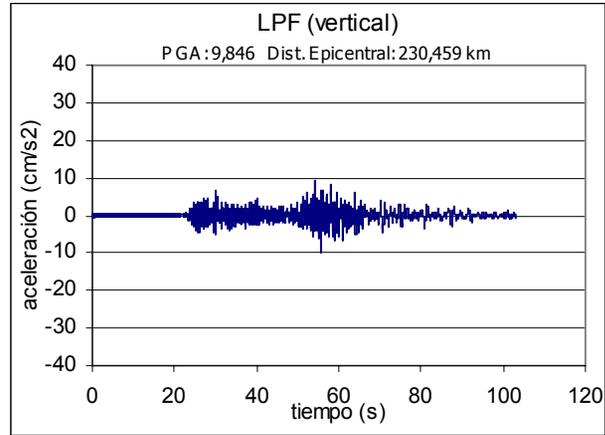
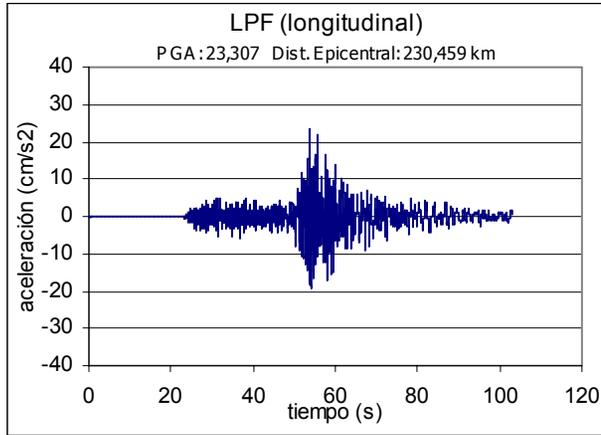
Anexo 1
Acelerogramas del sismo
25 de diciembre del 2003

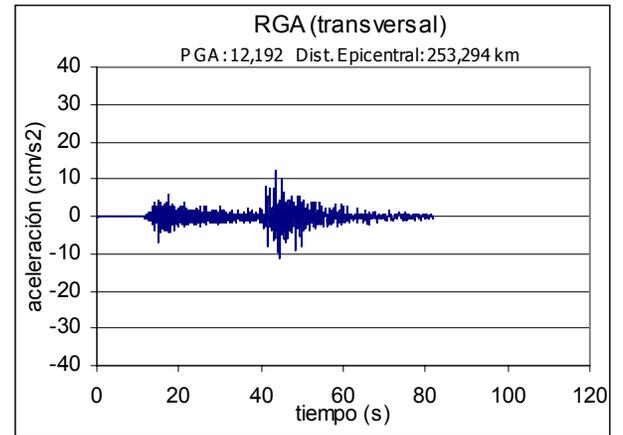
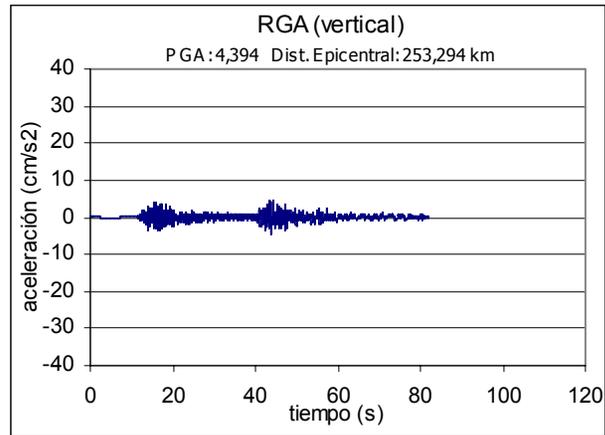
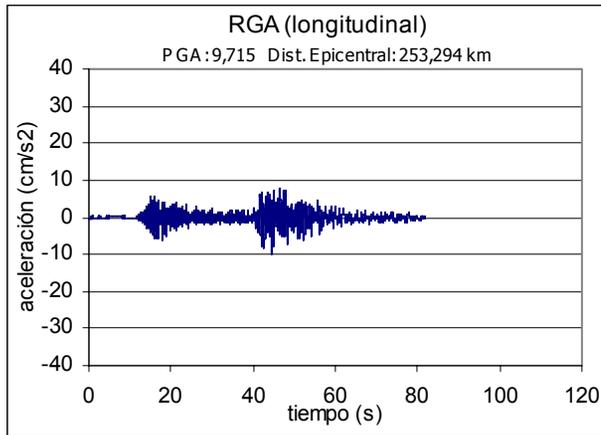
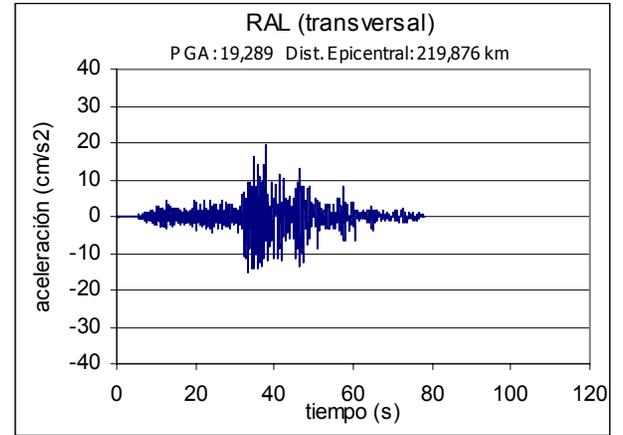
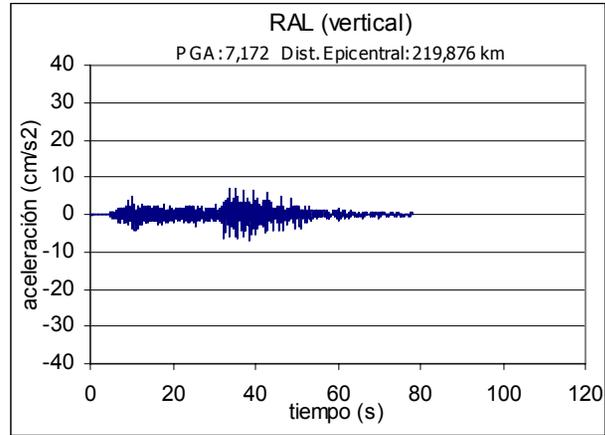
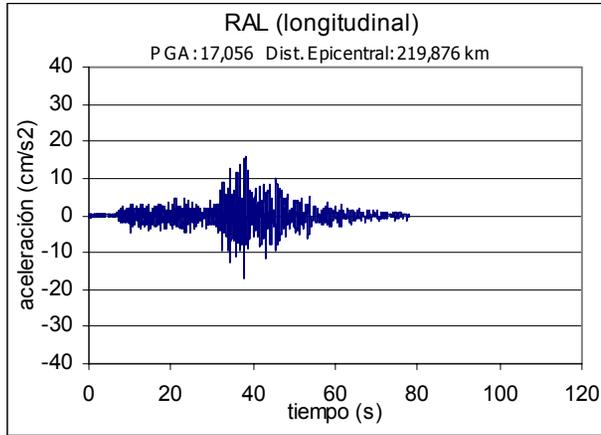


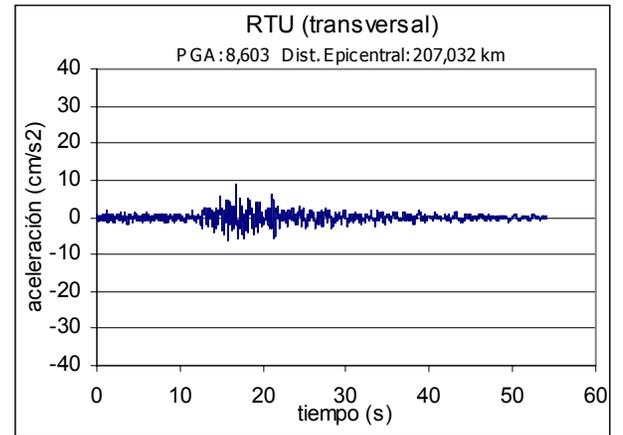
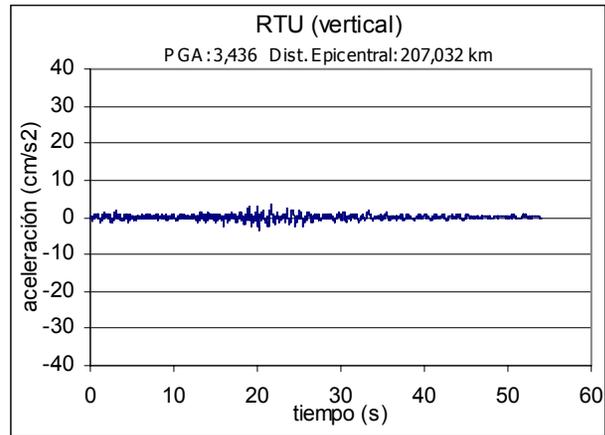
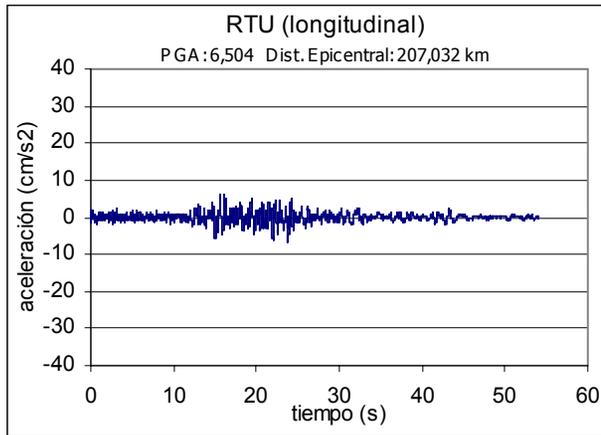
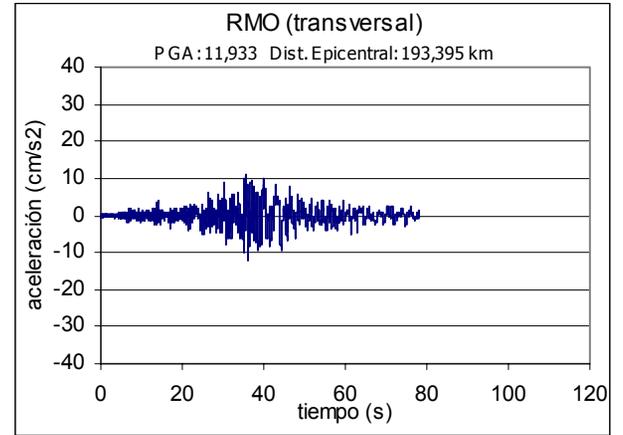
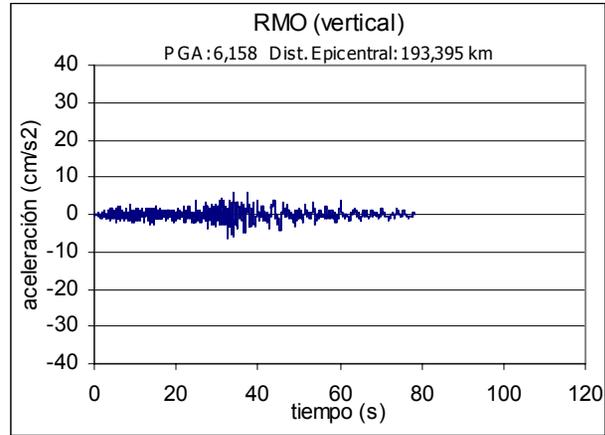
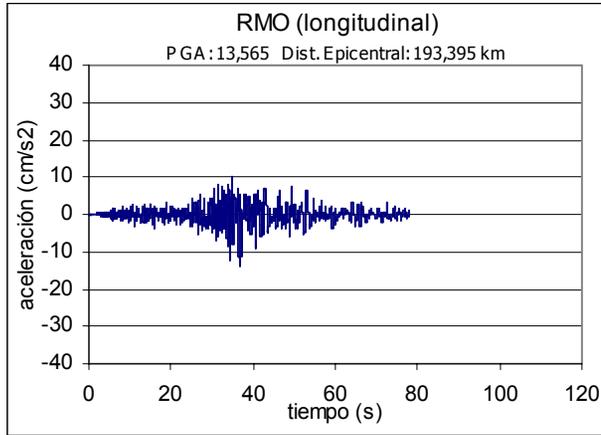




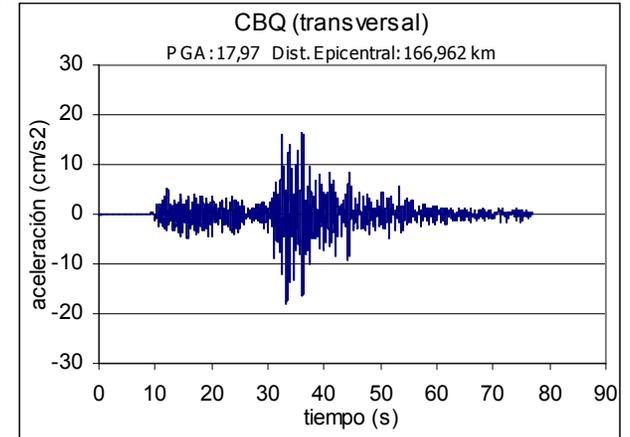
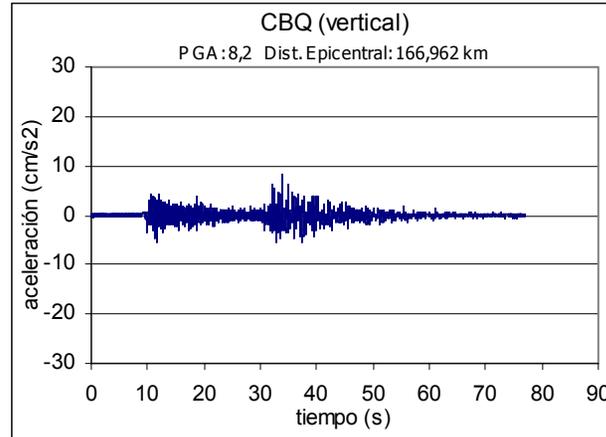
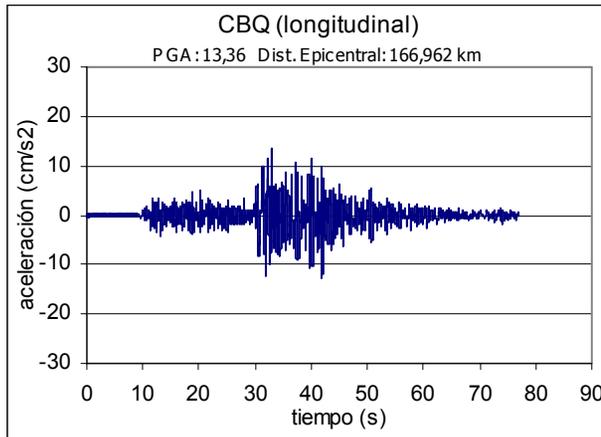
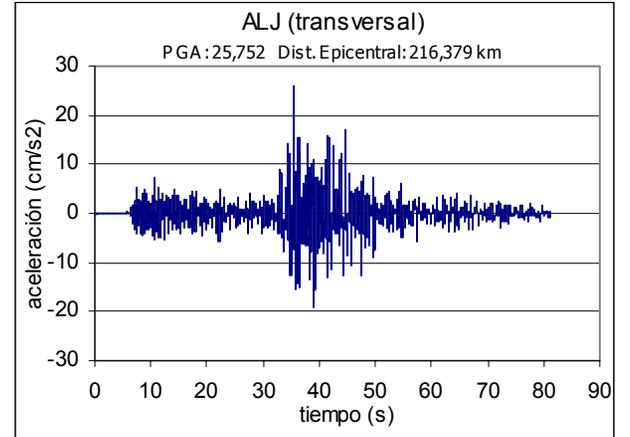
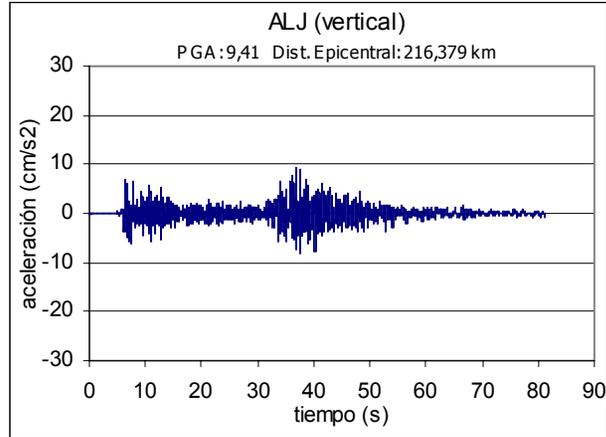
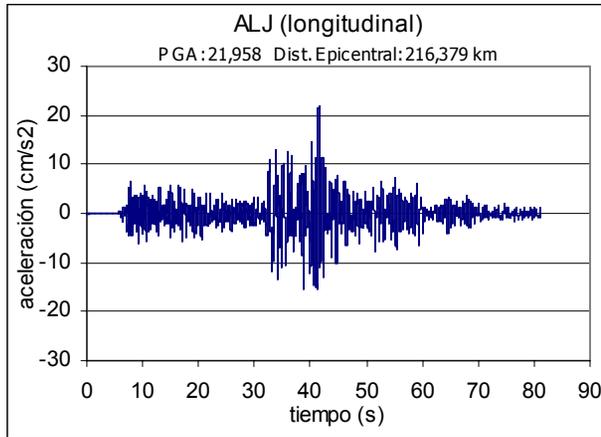


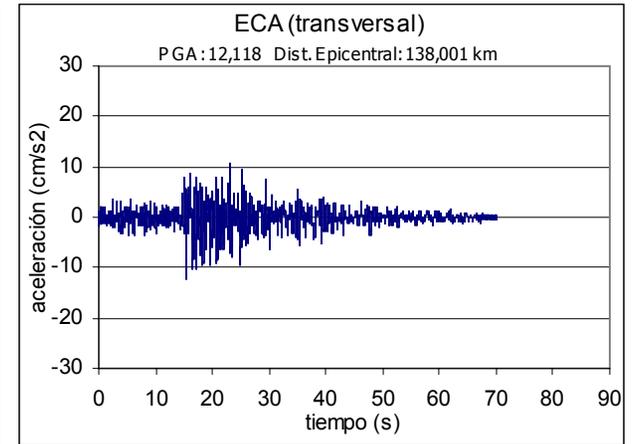
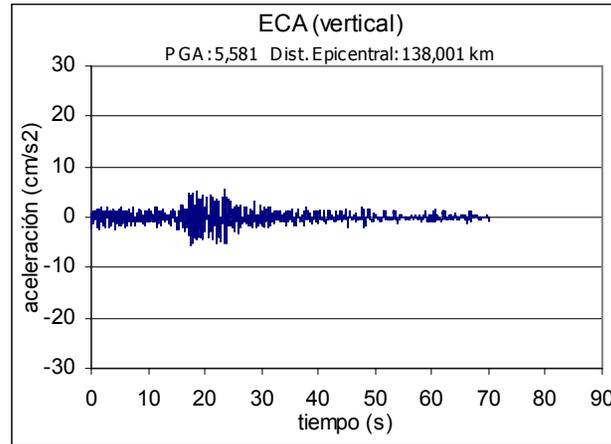
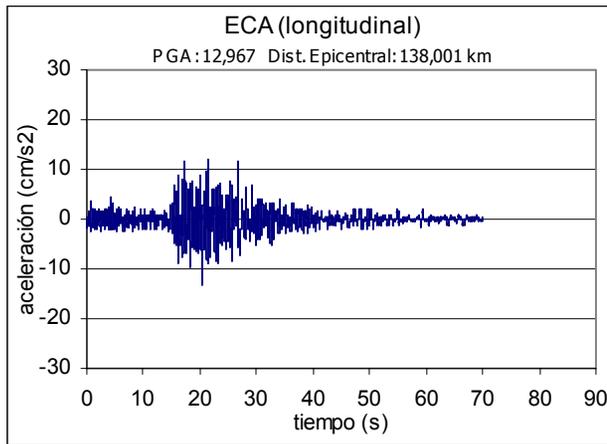
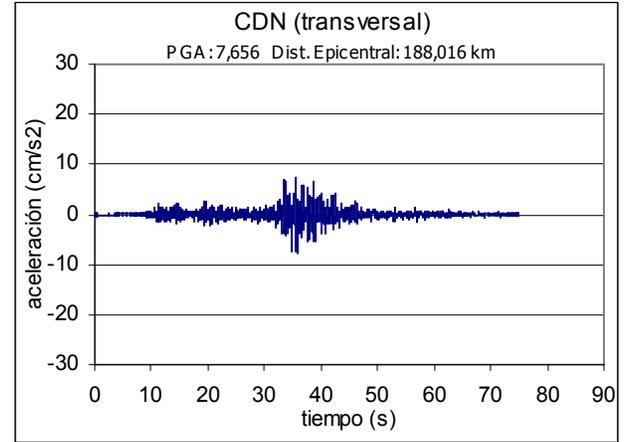
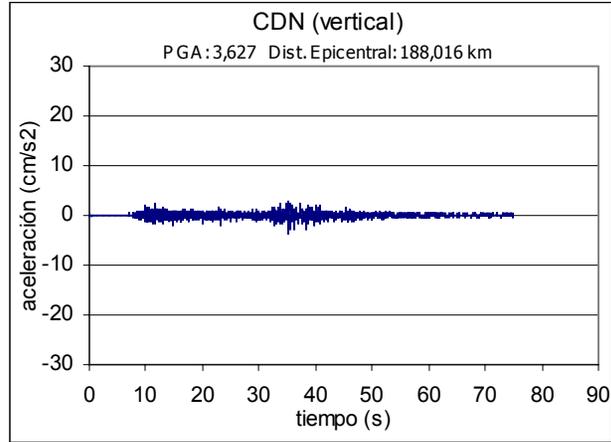
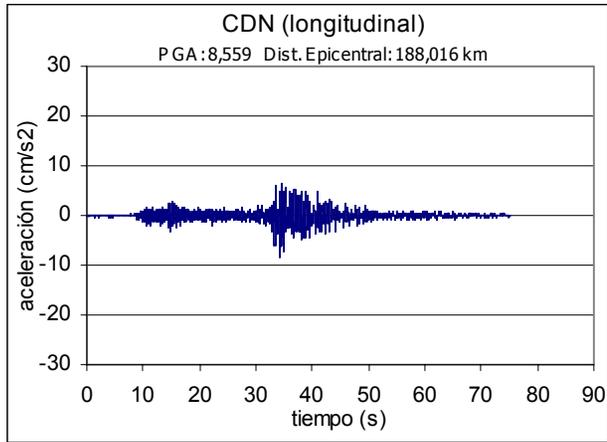


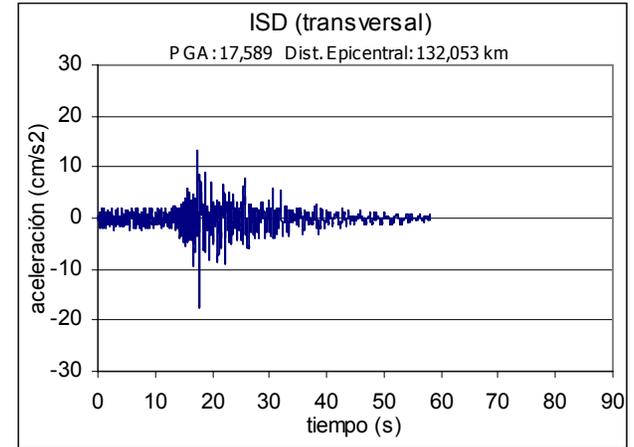
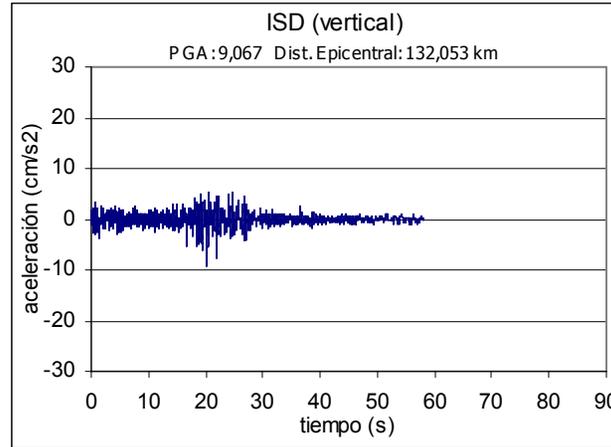
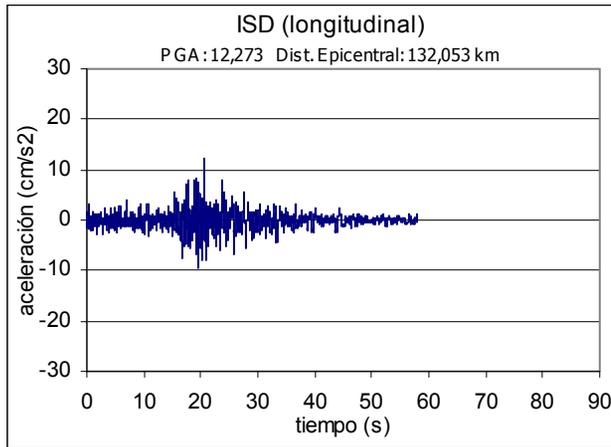
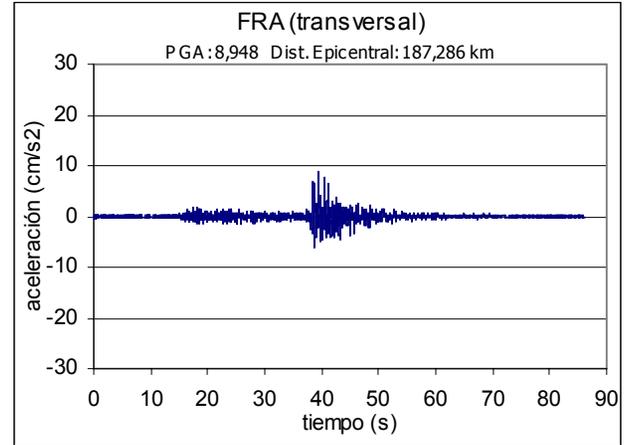
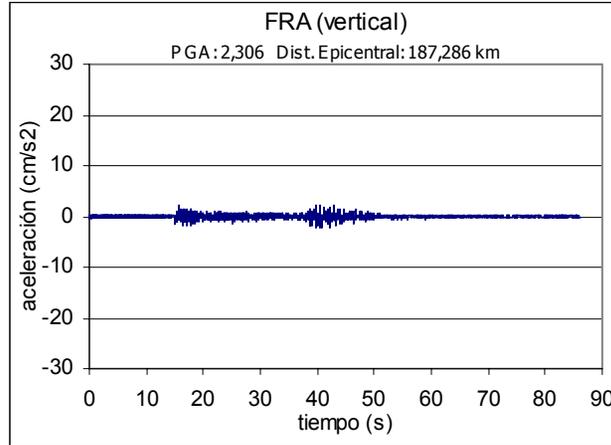
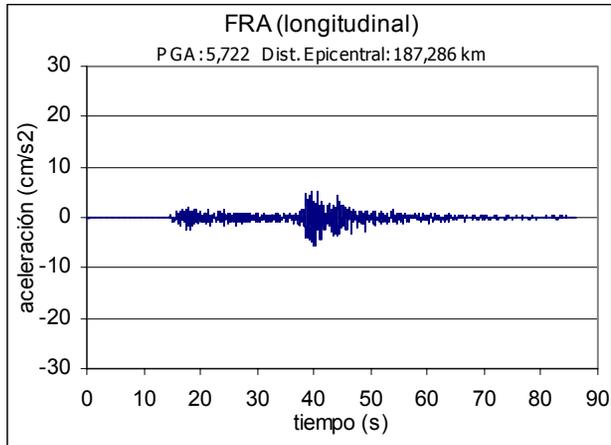


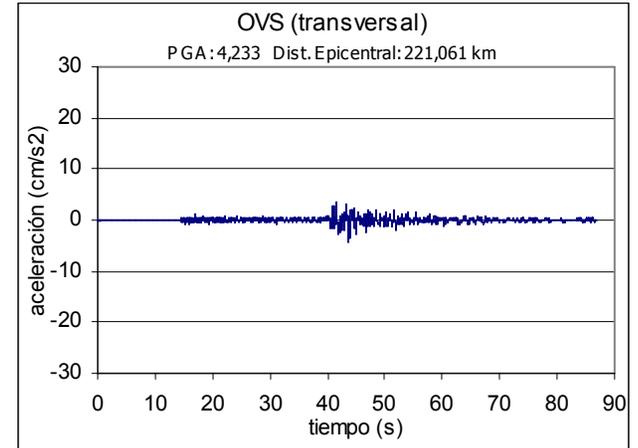
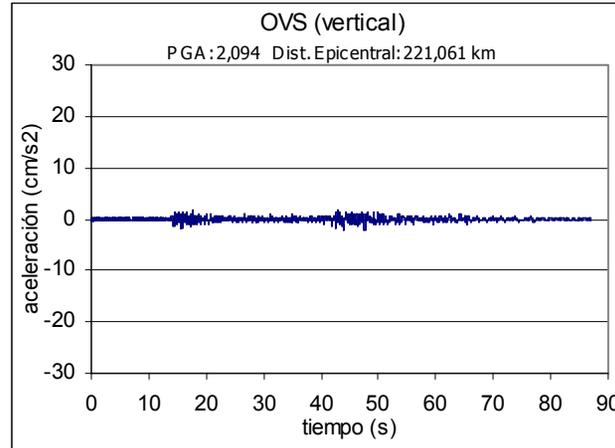
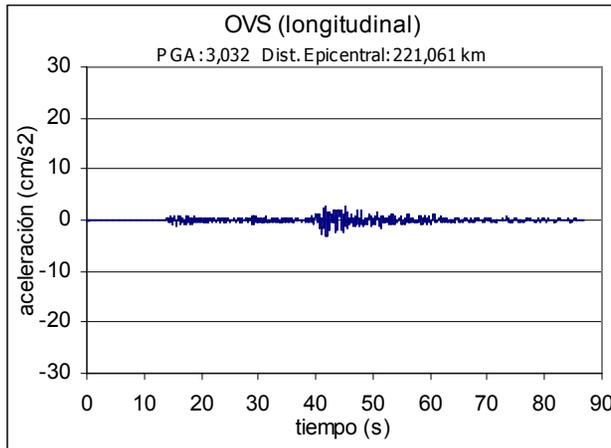
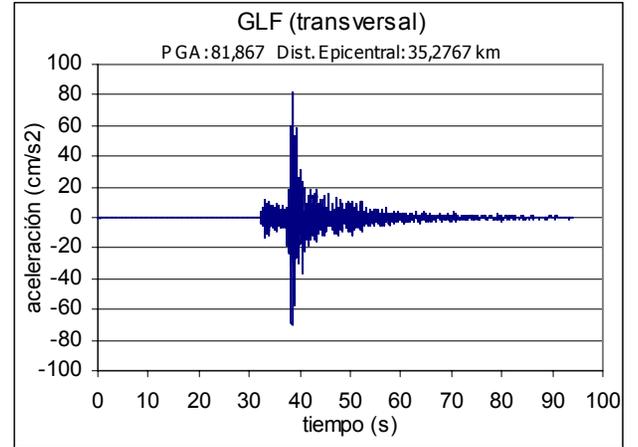
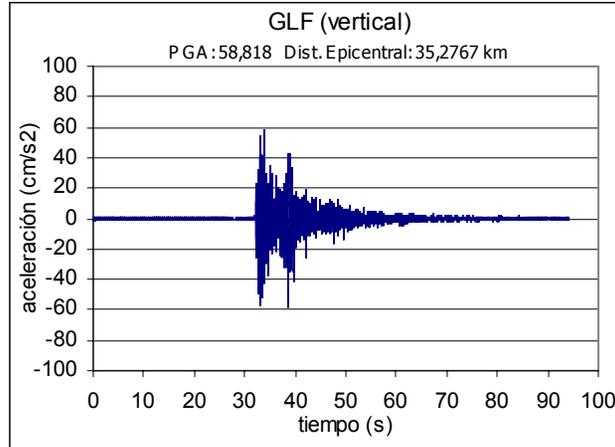
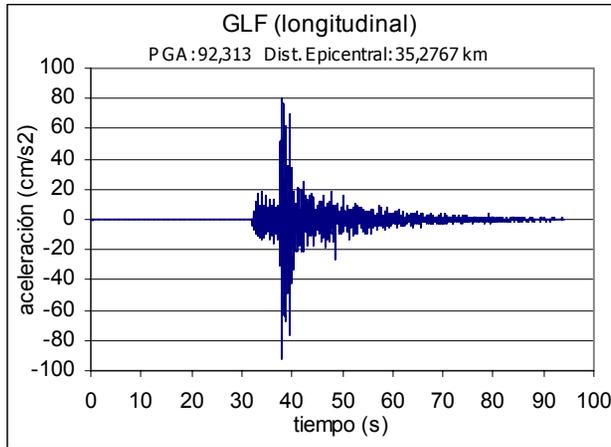


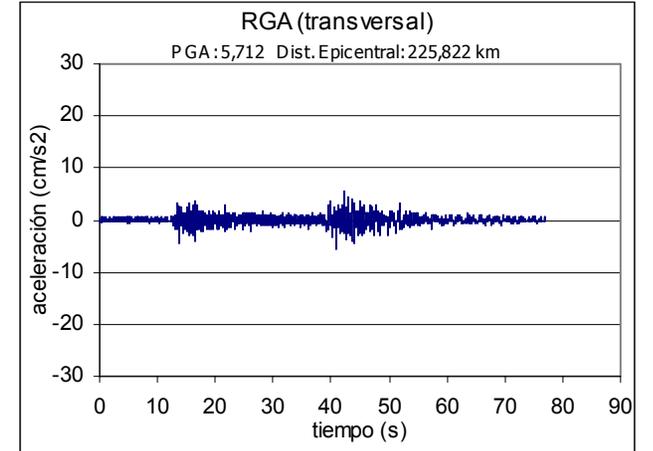
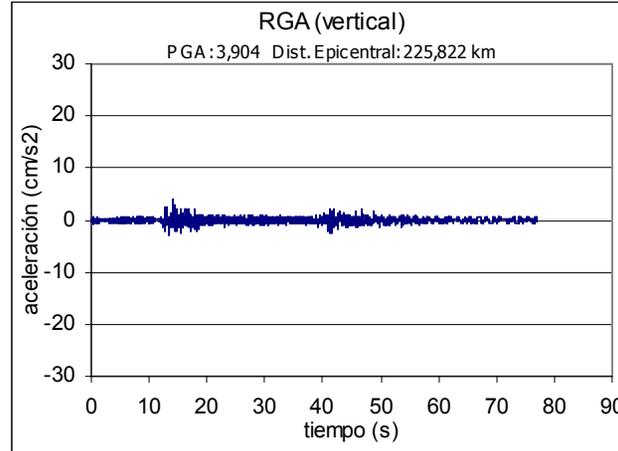
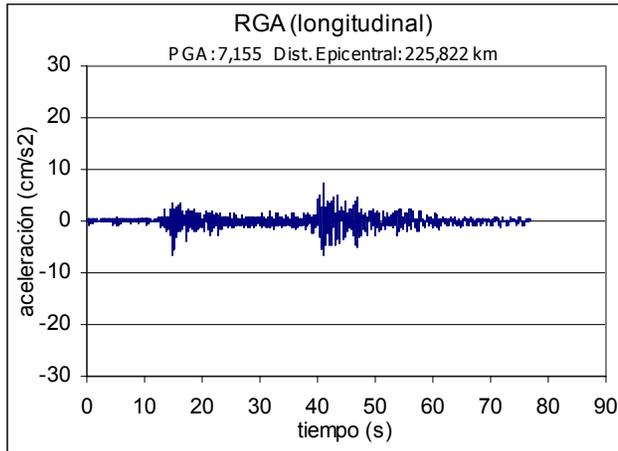
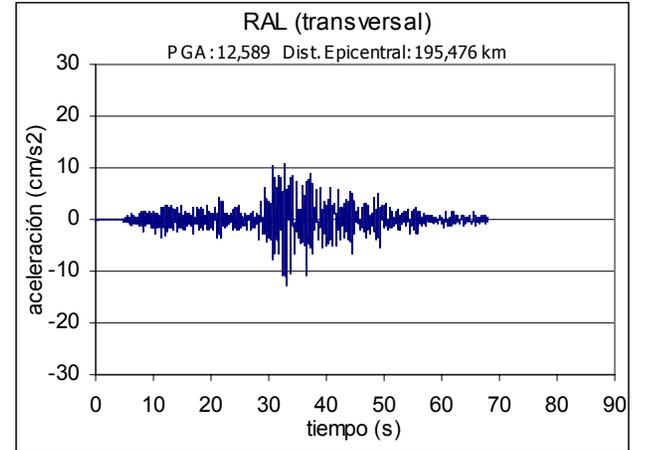
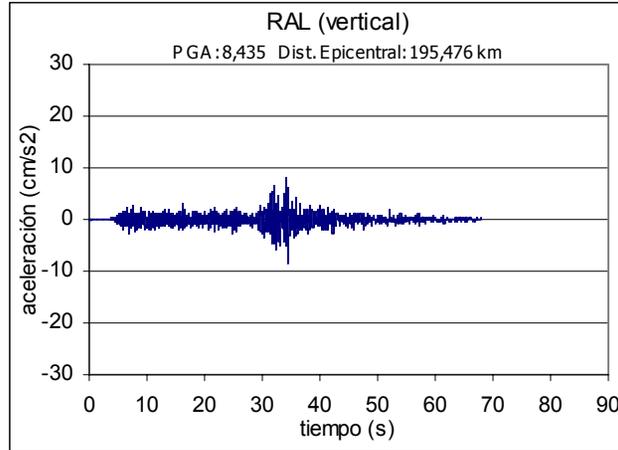
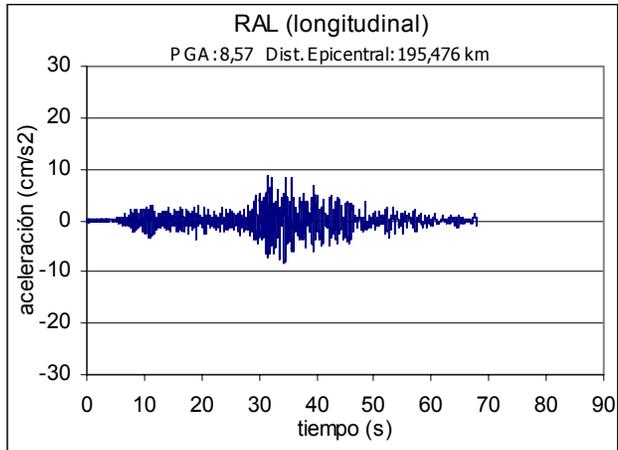
Anexo 2
Acelerogramas del sismo
4 de febrero 2004

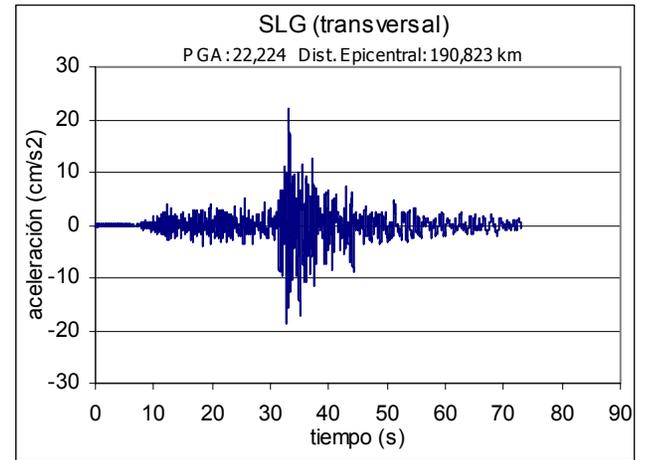
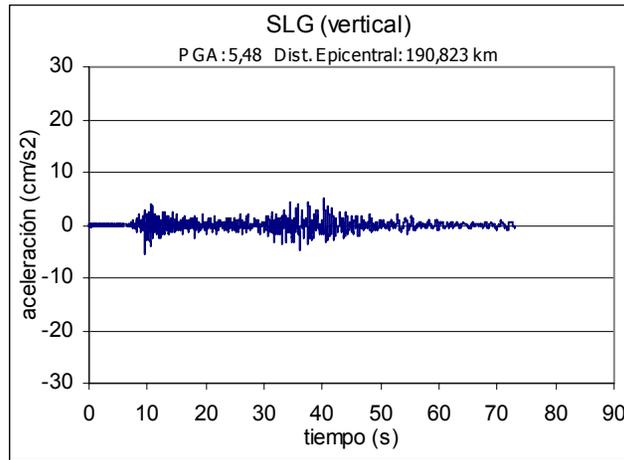
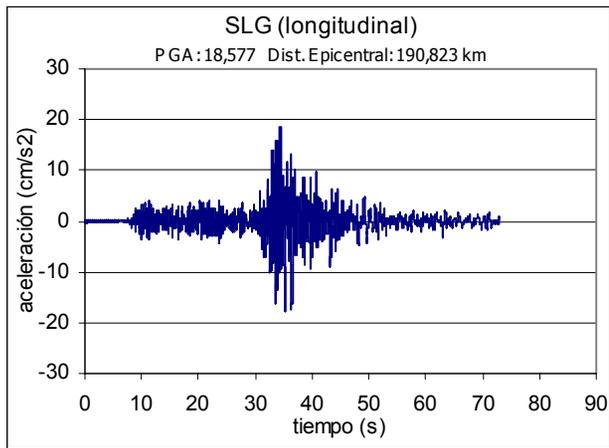
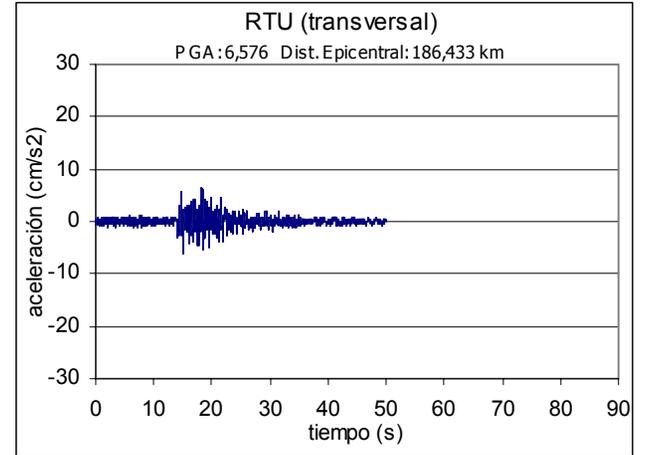
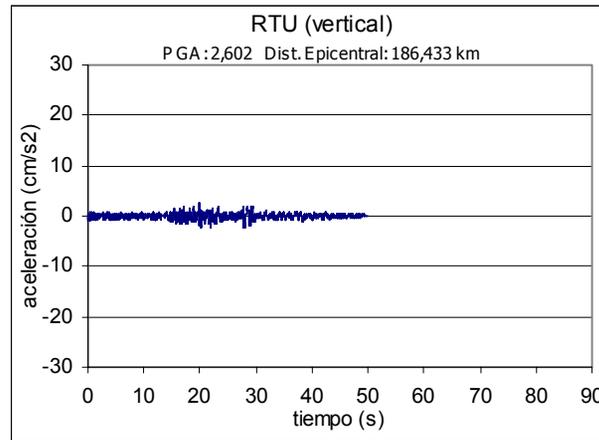
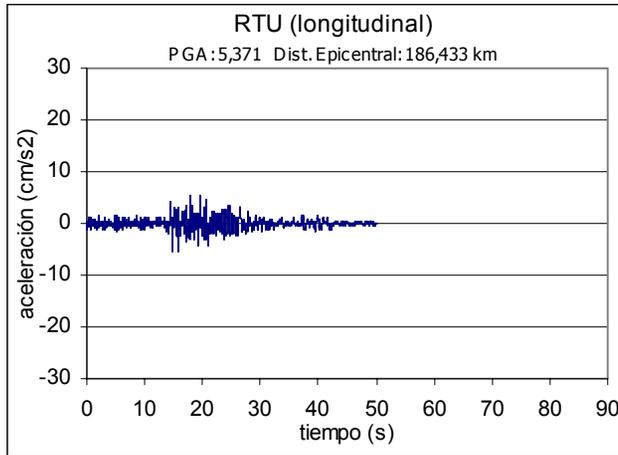


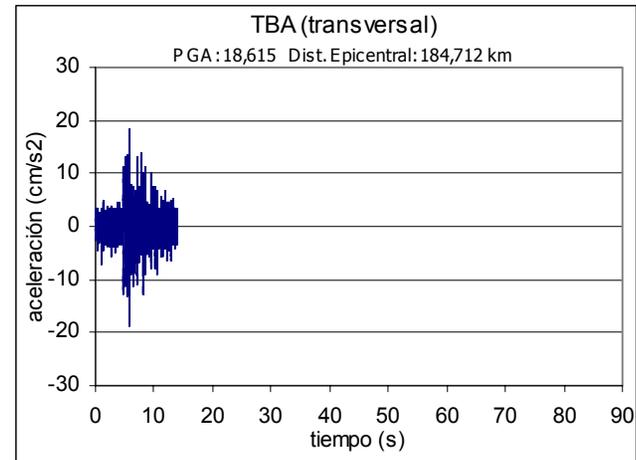
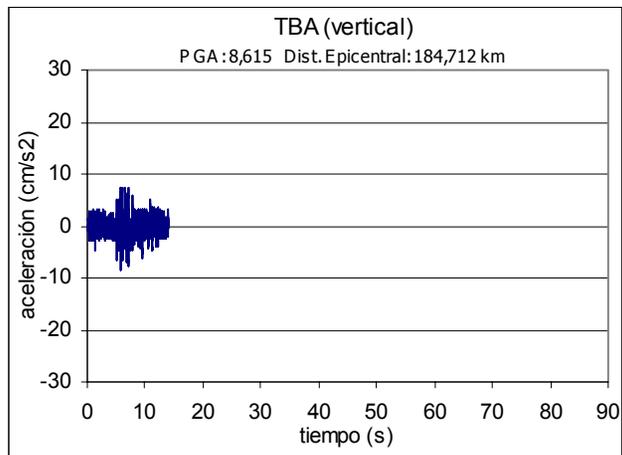
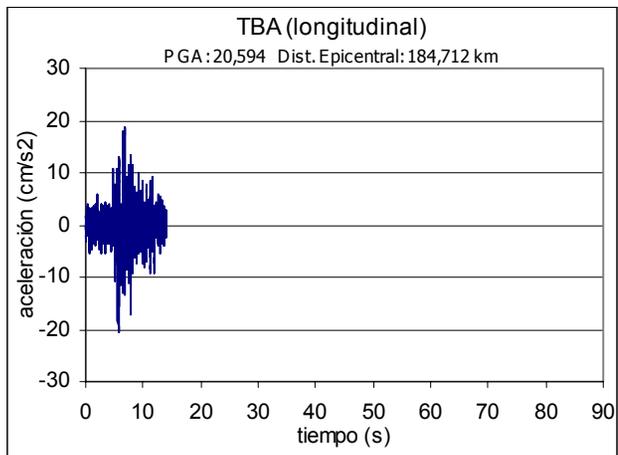












Anexo 3
Efectos por localidad del sismo del
25 de diciembre del 2003

A continuación se brinda una descripción de los efectos observados en diferentes localidades de Costa Rica y Panamá.

Puerto Armuelles, Panamá: VII +

Sentido por todos. Los que dormían se despertaron. Pánico general. Se tenía dificultad de mantenerse de pie. Dos muertos (un ataque cardíaco y una niña sepultada por un muro). Las personas que conducían perdieron el control de los vehículos. Un taxista entrevistado se salió de la carretera debido al movimiento del terremoto.

El servicio de luz se perdió por 4 horas. El servicio de agua fue reestablecido hasta 2 días después y en otras partes duró más tiempo.

Caída de muchos objetos livianos en las viviendas y locales comerciales. Caída de televisores y otros objetos pesados. Caída del cielo raso en la Estación de Bomberos de Puerto Armuelles.

Daños severos en el muelle de la ciudad de Puerto Armuelles. Las barandas se cayeron y se torcieron las lámparas de iluminación. Además, se rompió el tubo que lleva agua hasta el sector final del muelle.

También ocurrió el colapso de un muro del estadio de Puerto Armuelles, daños moderados en el banco del Istmo, en el cual se quebraron las ventanas de muchos locales comerciales. Daños moderados en el Policentro de Puerto Armuelles (un nuevo centro comercial, aún sin inaugurar).

Cinco casas de mampostería (sin varillas) colapsadas en San Vicente de Puerto Armuelles. Daños severos en otras casas ubicadas en El Retorno, San Bartola, San Vicente, Soberanía, El Carmen, Río Mar y Baco.

Se observan grietas en las carreteras por asentamiento diferencial en el centro de Puerto Armuelles y en rutas aledañas, como la que se dirige a San Vicente de Puerto Armuelles. No se observaron casas de madera afectadas por el sismo.

San Vicente de Puerto Armuelles, Panamá: VII +

San Vicente es un barrio que se localiza muy cerca del centro de Puerto Armuelles. Varios heridos. A una mujer le cayó una pared en la pierna y tiene muchos raspones. La gente perdió el balance. Reportan el represamiento del río Guanábano que pasa muy cerca de allí. Colapso de unas 5 casas.

Finca Naranjo, Costa Rica: VII+ ó VIII

Dificultad de mantenerse de pie o de caminar. Los pupitres de la escuela se volcaron. Muebles pesados volcados o desplazados varios centímetros. Se quebraron los vidrios de los locales comerciales. Sintieron muchas réplicas durante la madrugada del 25 de diciembre.

Se observan grietas de 1–5 m. de largo. Ocurrió el fenómeno de licuefacción en todo el pueblo y en las plantaciones ubicadas en los alrededores. Reportan chorros de agua y arena de hasta 1,5 m de altura. Hay depósitos de arena de color café, gris y verde por todas partes en el centro y en los alrededores de Naranjo. Hay muchas grietas por asentamiento diferencial en las vías de acceso a Naranjo, dentro de las casas, aceras, la escuela, la plaza, el parque, etc. Las personas reportan que la arena tenía un olor a materia orgánica descompuesta.

Se reportaron 120 averías en el acueducto rural. Muchos tubos se quebraron. Existen 9 poblaciones sin agua: Naranjo, Monteverde, Incendio, Coyoche, Santa Lucía, Tigrito, La Estrella, Caracol y Campiña.

Daños severos en casas de mampostería, muchas declaradas inhabitables. Daños severos en la Escuela de Naranjo y en el salón comunal, con grietas en las paredes de varios centímetros.

Punta Vanegas, Costa Rica (en Punta Burica): VII

Hubo pánico. Sentido más fuerte que el sismo de Burica del 2002. Caída de objetos pesados, como un equipo de generación solar y unas baterías colocadas en una repisa especial, Caída de todos los utensilios de la cocina. Las camas, mesas y sillas fueron corridas hasta 30 cm de su lugar. No reporta grietas en los suelos, ni deslizamientos.

Progreso, Panamá: VII

Sentido por todos. Los que estaban dormidos fueron despertados. Hubo pánico. Televisores, radios y otros objetos pesados fueron desplazados. En una casa se abrieron las puertas del trastero y se cayeron los platos. Grietas en repellos de las casas. No hay reportes de personas heridas. Grandes pérdidas en los locales comerciales, en donde todos los objetos fueron lanzados al suelo. En una casa se rompió el tubo del agua. En otra ocurrió el colapso de las tapias (sin varillas) que dividen los patios de dos viviendas.

En el supermercado del centro de Progreso se cayó toda la mercadería. Se abrieron las puertas de los congeladores y se cayeron todas las botellas. Además, varias láminas del cielo raso, cayeron al piso.

El fluido eléctrico fue restablecido hasta el medio día del 25 de diciembre (hora panameña).

Laurel, Costa Rica: VII

Sentido por todos. Fuertísimo. Algunos perdieron el equilibrio. Un joven reporta salir del puesto de Cruz Roja de “cuatro patas”. Escucharon el traqueo de las casas. En una vivienda se cayeron las ollas. Los objetos colgantes oscilaban violentamente. En otra casa la lavadora, la cama, la refrigeradora y otros muebles se movieron de su lugar. El servicio de luz fue restablecido hasta las 6:00 a.m otros mencionan que hasta las 2:00 p.m. del día 25 de diciembre.

Una mujer iba en un carro de regreso a Laurel. Pensaron que ponchó el vehículo y perdieron el control del mismo. Otro carro cerca de ellos tuvo una experiencia similar. Pensaron que iban a chocar.

Una ambulancia se dirigía a Laurel a alta velocidad. El chofer perdió el control del vehículo. En un principio pensó que era una llanta ponchada. Reportan la caída de cables en la carretera entre Ciudad Nelly y Laurel.

La Cuesta, Costa Rica: VII

Muy fuerte. Los que dormía fueron despertados. Escucharon un zumbido de la tierra y luego un movimiento muy fuerte. Hubo pánico, se escuchaban los gritos de una vecina. En una casa se cayó el repello en el corredor. No hubo servicio eléctrico por unas 3 horas. No hubo efectos en el servicio de agua o teléfono. En el Super La Cuesta se cayeron muchos objetos. Un tanque de agua pesado se movió de su lugar.

Sintieron muchas réplicas en la madrugada. En una casa se cayó el espejo, unos vasos y unas botellas. Las camas y las sillas quedaron corridas. En otra casa se cayeron vasos, adornos y la plancha. En otra se quebraron los vidrios. Grietas en el repello de muchas casas.

Un muchacho en bicicleta perdió el equilibrio mientras conducía.

Ciudad Nelly: VII

Sentido por todos. Los que dormían fueron despertados. Caída de objetos de los estantes en los locales comerciales y en las casas de habitación. En una vivienda se cayeron 5 vasos y el televisor estuvo a punto de caer (se corrió unos 3 cm). En otra casa se cayó el televisor.

En el Hotel Hua Guern, se volcó un abanico de pie y se cayeron muchas botellas de licores que estaban colocadas en los estantes.

Hay daños en varios edificios del centro de la ciudad, por ejemplo en el Colosal Estero, Hotel Musuco y Tienda Karlita. En todas estas estructuras hay caída de repello, grietas en las paredes y caída de otros elementos como azulejos colocados en las paredes. En la oficina de Carlos Solórzano, se cayó el cielo raso.

En la Panadería Industria Super Pan, el horno para hacer el pan (de 2 m de altura – muy pesado) fue corrido unos 10 cm de su posición original. Al moverse el horno, la chimenea dañó el cielo raso del edificio. Luego del sismo el horno no funciona. En este local comercial se cayeron varios cuadros colgados en las paredes.

El servicio de electricidad fue interrumpido por unos 15-30 minutos.

La Esperanza, Panamá: VI + ó VII

Sentido más fuerte que el sismo de Burica del 2002. Hubo pánico. Hubo caída de objetos en las casas, como adornos. El servicio de luz fue re-establecido hasta las 6 a.m. (hora panameña). Se sintieron muchas réplicas. Reportan un sonido de la tierra. Una señora sintió que su casa “se bajó”. En un local comercial se cayó casi toda la mercadería, incluyendo las botellas de licores. Algunas personas lo reportan largo, otras de poca duración.

Agua Buena: VI +

Los que estaban dormidos fueron despertados. En un local comercial se cayó mucha mercadería. En la cocina de la casa se cayó un trastero. En otra vivienda se abrió la puerta de la refrigeradora. Hay grietas en el repello de varias viviendas.

El fluido eléctrico se fue por espacio de 30 minutos. En una casa se quebró un tubo y se quedaron sin agua. Una casa tiene una grieta importante en una pared (la atraviesa de lado a lado).

San Francisco de Agua Buena: VI + ó VII

Sentido por todos. Sintieron varias réplicas después. Se fue la luz por unos 5 minutos. Daños en el acueducto local (3 días sin agua).

Una batidora de cemento, muy pasada, localizada en el patio de una casa, fue desplazada unos 5 centímetros. Un pila de lavar ropa, se movió 20 cm desde su posición original.

En el Abastecedor San Francisco, se cayó toda la mercadería. En algunas casas no se cayeron objetos. Daños en 6 viviendas, las cuales fueron declaradas inhabitables. Una casa se encuentra con grietas en todas las paredes. Esta casa está localizada en una ladera de altísima pendiente. El Templo de los Testigos de Jehová, se encuentra inhabitable, se le cayó el cielo raso (de *fibrolit*) y el rótulo. Otra vivienda de mampostería y de 1 año de construida está inhabitable, con grietas en las paredes y vidrios quebrados. Una casa de

madera, sobre bases podridas, luce muy inestable y tuvo que ser sostenida con palos de madera.

La carretera muestra grietas de varios centímetros de ancho. Parece ser el efecto de un deslizamiento activado por el temblor.

Sabalito de Coto Brus: VI + ó VII

Sentido por todos. Fue corto y muy fuerte. Sonaron las campanas de la Iglesia. Ocurrió la caída de objetos en los locales comerciales y en las viviendas. Caída de objetos pesados como televisores y microondas. En una vivienda la puerta de la refrigeradora se abrió con el sismo. En un taller de mecánica se volcó una prensa muy pesada. ¡Los carros parqueados en el taller fueron desplazados varios cm de su lugar original! El portón del taller se descarriló. En una vivienda una cocina de leña, muy pesada, se desplazó de su lugar varios cm. Las pérdidas en Coopesabalito ascienden a 128 300 colones por la caída de mercaderías.

Daños en las oficinas de Supervisión de Educación en donde hay una pared falseada y grietas en el repello. Daños en la escuela de Cinco Esquinas: José Gonzalo Acuña. Daños en varias viviendas con grietas en los repellos. Una casa de madera, se cayó sobre sus bases. Muchas casas con grietas en el repello, pisos de cerámica.

Pequeños deslizamientos en los taludes de la carretera que se dirige a Sabalito. Grietas (cm) en el patio de una casa, relacionados con un pequeño deslizamiento (la casa está en una ladera). Se interrumpió el servicio eléctrico por unos 20 minutos.

Copal de Agua Buena: VI +

Sentido por todos. Todos se despertaron. En una vivienda se cayó el televisor, los vasos, platos, se abrió la refrigeradora y se cayó su contenido. Se cayeron los parlantes. La cama y un congelador se corrieron de su lugar.

El servicio de luz se fue por 20-30 minutos. No se fue el agua.

Hay daños en el Salón Comunal de Copal de Agua Buena.

San Vito de Coto Brus: VI

Sentido por todos. Personas dormidas se despertaron. Algunos dicen que el sismo fue corto. Sintieron varias réplicas durante la madrugada. Caída de mucha mercadería en los locales comerciales. En varias tiendas como “El loco del ahorro” y el “Super Acapulco” se cayeron muchos artículos. Caída de objetos en las viviendas.

En el sector de Agua Claras la luz se fue y regresó hasta las 11:00 a.m. del 25.

Paso Canoas: VI

Sentido por todos. Los que estaban dormidos fueron despertados (incluso los niños). La gente se asustó bastante. Todos intentan buscar un lugar seguro. Algunos escuchan un retumbo. Se cayeron objetos en casi todas las viviendas, como portarretratos, una canasta, una copa, etc. En los locales comerciales hubo grandes pérdidas. Grietas en los repellos de algunas casas de mampostería. Sintieron muchas réplicas. En la Ferretería del Sur, se cayeron muchos tarros de pintura. En el Servicentro de Canoas no se cayó ningún objeto (existe un estante lleno de botellas de aceite, etc. y nada se cayó!). Se fue la luz por unas 2 horas.

Concepción, Panamá: VI

Sentido por todos. Fue sentido muy largo. Se reporta un retumbo. En una casa se cayeron varios adornos. Se reportan grietas en algunas viviendas. Se fue la luz y el teléfono por unos 10 minutos.

David, Panamá: VI

Sentido por todos. Se escuchó un zumbido de la tierra. Grietas en el Palacio de Justicia. En una casa se cayeron objetos livianos, como un desodorante y adornos. Además, un tanque de gas y una mesa fueron movidos varios centímetros. En los supermercados se cayeron muchos objetos. Sintieron varias réplicas luego del sismo.

Bugaba, Panamá: VI

Sentido por todas las personas. Todos los que dormían se despertaron. Todos salieron a los patios. Pánico general, una persona reporta quedarse hincada. El sismo fue largo. Se fue la luz por unos 30 minutos. Sintieron algunas réplicas después del sismo. Una casa con grietas en el repello. En la vivienda de la persona entrevistada no se cayeron objetos.

Río Claro: VI

Sentido por todas las personas. Caída de objetos en todas las viviendas y locales comerciales. En una casa hay pequeñas grietas (mm) en la cerámica del piso. Además se reventó la conexión del inodoro. En esta casa sólo se cayó un florero y se quebró. A una casa se le activó la alarma. En otra el televisor (de 29 pulgadas) se corrió “una cuarta” y la refrigeradora se pegó a la pared. En un local de fertilizantes, se cayeron todos los objetos, como botellas. Un estante entero de madera, colapso, con todos los productos. Se fue la luz unos 15-20 minutos, aunque algunos mencionan 45 minutos. Reportan sonidos de la tierra. Sintieron muchas réplicas durante la madrugada. En Río Claro nos mencionan que en un lugar llamado llano Bonito, el agua salía turbia luego del terremoto.

Alanje, Panamá: VI

Sentido por todas las personas. Había un baile de Navidad, con unas 500 personas. Todos sintieron el sismo y hubo mucho pánico. Todos corrían para buscar un lugar seguro. El techo del local sonaba mucho. A una casa se le cayó una pared (se desconoce la calidad de esta vivienda). En la casa del entrevistado no se cayó ningún objeto.

Se sintieron varias réplicas. La luz se fue por una media hora.

Palmar Norte: VI

Sentido por todos. Se asustaron. Los que estaban dormidos fueron despertados. Grietas en repellos de algunas viviendas. Se fue la luz por 20-30 minutos. Otros dicen que una hora. Se reporta la caída de objetos en todas las casas y locales comerciales, por ejemplo en una pulpería y en un bar, se cayeron muchas botellas. Sintieron algunas réplicas. En la Cruz Roja, no reportan heridos.

Buenos Aires de Puntarenas V + ó VI

Fue sentido por todos. Caída de objetos inestables en algunas casas. A una vecina se le cayó un cuadro y un adornito. En un establecimiento del sector de “Las bombas” se cayeron 8 botellas plásticas, colocadas en una pila, cerca del borde.

San Isidro de El General: V

Fue sentido por todas las personas. Los que estaban dormidos fueron despertados. Algunos entraron en pánico. Muy pocas personas reportan la caída de objetos en las casas. En un establecimiento comercial, llamado Bazar Priscilla, reportan la caída de un candelabro (que se quebró) y varias cintas (estos objetos estaban colocados muy cerca del borde la mesa).

Turrialba: V

Sentido por todos. Las personas salieron a los patios. Muy largo. Se podía sentir el movimiento de las ondas al caminar. No se cayeron objetos de las casas. Los objetos suspendidos oscilaban visiblemente. Un árbol de Navidad de 2 metros de altura se tambaleaba con fuerza. Los adornos sanaban al moverse. Una niña de 6 años no sintió el sismo. Se sintió una réplica después del sismo principal.

Área Metropolitana de San José: IV + - IV

Muy fuerte y largo. Muchos buscaron un lugar seguro en los marcos de las puertas o los patios. Sentido por casi todas las personas. Muchos se encontraban en la cena de Navidad. Algunos regresaron a sus casas luego del sismo. La mayoría continuó con sus actividades normales luego del temblor. La mayoría de los que estaban dormidos fueron despertados. Una anciana en San Sebastián no se despertó. Algunos entraron en pánico. Una mujer de Moravia sufrió de un ataque de nervios.

Los objetos suspendidos oscilaban visiblemente. Las lámparas sonaban. Las plantas se movían. En la mayoría de las casas no se cayó nada. En una casa en Curridabat se torcieron dos cuadros grandes y un espejo unos 15°. En una casa en Guadalupe se cayeron algunos adornos livianos. En una casa de San Rafael Debajo de Desamparados se cayeron unos pequeños adornos. En una casa en Barrio México luego del temblor, abrieron la refrigeradora y se cayó una ensalada que se volcó durante el sismo.

Cartago: IV

Fuerte y largo. Escudaron el traqueo de la casa. Fueron despertados. Algunos se asustaron. No fue lo suficientemente fuerte como para sacar a algunas personas de la cama. Una mujer, que colocaba los regalos de Navidad de los niños bajo el árbol, no lo percibió. Se dio cuenta porque el esposo le contó varios minutos después, que había ocurrido un sismo.

Alajuela: IV

Fuerte y largo. Los que dormían fueron despertados. Los objetos colgantes oscilaban visiblemente. Se escuchó el traqueo de la madera. Muchos sufrieron pánico. Unos cuadros se torcieron.

Heredia: IV

Fuerte y largo. Sentido por casi todos. Un niño de 3 años que dormía no se despertó. Los perros ladraron. La lora se salió de la jaula y se tuvieron que levantar a meterla otra vez. Algunos se asustaron. En una casa en Santo Domingo de Heredia se cayó un pequeño adorno.

Puntarenas: IV

Muy largo y fuerte. Se asustaron mucho. Se escuchaba el sonido de los techos. Se podía apreciar el movimiento de los árboles de mango. Sintieron dos réplicas.

Anexo 4
Fotografías de los efectos del sismo del
25 de diciembre del 2003

Se presentan a continuación algunas fotografías de los efectos del terremoto observados durante las inspecciones realizadas en la zona epicentral.



Licuefacción en el centro de Finca Naranjo, Costa Rica



Daños en las carreteras y aceras del centro de Finca Naranjo debido al asentamiento del terreno, posiblemente por la licuación de una capa de arena ubicada a algunos metros bajo la superficie.



Caída de objetos en una tienda (izquierda) y la escuela de Finca Naranjo debido a la falta de sujeción y arriostre adecuados en los muebles



Daños en estructuras localizadas en el centro de Ciudad Nelly. En la figura de la izquierda se observa el desprendimiento del repello de las paredes, aún cuando la estructura de mampostería parece estar en buen estado. En la figura de la derecha se aprecia que algunas láminas del cielorraso se desprendieron de la suspensión de aluminio que las soportaba.



Daños en el Templo de los testigos de Jehová, en Agua Buena de Coto Brus. Se observa la ausencia del refuerzo (varillas de acero), lo que produjo el colapso total de la pared formada por bloques.



Deslizamiento en el talud de la carretera de acceso a Sabalito de Coto Brus.



Daños en el Banco del Istmo, en el centro de Puerto Armuelles (Panamá) principalmente a nivel de repello en las juntas entre la estructura principal y las paredes de cerramiento.



Caída del cielorrasos en el supermercado del centro de Progreso, Panamá, debido los golpes que le produjeron las paredes a la suspensión de aluminio durante el sismo.



Daños en las carreteras del centro de Puerto Armuelles, por asentamiento diferencial del suelo.



Daños en un puente en el centro de Puerto Armuelles, Panamá, debido a asentamientos en la arena donde son soportados los apoyos del suelo



Daños en el muelle de Puerto Armuelles. Ocurrió el colapso de algunos postes de iluminación (izquierda) y de una de las barandas (derecha).



Colapso de muros en varias viviendas de San Vicente de Puerto Armuelles, debido a la ausencia de refuerzo (carillas de acero horizontales y verticales), así como a una mala concepción de este sistema constructivo.