

Distribución de licuación de sedimentos inducida por sismos en Venezuela: un inventario nacional

Luz M. Rodríguez*, Franck Audemard y José A. Rodríguez. Departamento de Ciencias de la Tierra, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas –FUNVISIS-, Caracas, Venezuela.

Resumen

Desde el primer sismo reportado en la historia de Venezuela, con fecha 1° de septiembre de 1530 hasta el terremoto de Cariaco, estado Sucre, de fecha 09 de julio de 1997, se tienen crónicas y reportes sobre licuación. Este trabajo aborda bajo una intensa búsqueda de documentos históricos y contemporáneos aquellas referencias donde se haga mención de características típicas que pudieran interpretarse como el fenómeno que nos ocupa. En función de la veracidad de la información se dividió la ocurrencia de licuación por regiones en tres niveles: segura, posible y dudosa. Esto permitió generar un mapa detallado, que se presenta a los efectos de este resumen, dividido regionalmente en: oriente, centro y occidente para cada uno de los eventos evaluados, en el cual aparece el epicentro del sismo causante de la licuación junto a la zona afectada por el fenómeno. Se analizaron 20 eventos para el occidente, 7 para el centro y 17 en la región de oriente, totalizando 44 eventos. El resultado final del trabajo, se dará a conocer como un todo en un mapa a escala 1: 2.000.000, el cual constituye, una capa más de un proyecto mayor de integración de información sismológica a escala nacional, elaborado bajo un sistema de información geográfica.

Summary

Since the first earthquake reported in the Venezuelan history, on September 01, 1530, until the Cariaco earthquake, Sucre state, on July 09 – 1997, there are many chronics and reports on liquefaction in Venezuela. This work presents an evaluation and analysis of historical and recent documents, where some characteristics of this phenomenon are mentioned. Based on the degree of reliability of the liquefaction, description they were divided into three levels: sure, possible and doubtful. In addition, three detailed maps of the evaluated event were created, according to their geographic location (eastern, central, western region), showing the earthquakes epicenter, which caused the liquefaction event, and the certainty level of this one. For the western region, 20 events were analyzed; 7 events for the central region, and 17 for eastern Venezuela, totaling 44 evaluated events. All this information is compiled in a 1:2.000.000 scale map, which represents one of a series of layer from a major project of seismologic ally – related data compilation for Venezuela, made under a geographical information system.

Introducción

La licuación de sedimentos es la transformación a estado líquido de materiales granulares, saturados como consecuencia del incremento de la presión de poros (e.g., Bard, 1992). Este fenómeno ha ocurrido a lo largo de la historia símica del país, no estando exento de volver a ocurrir, ya que se pueden encontrar ambientes sedimentarios propicios para que se manifieste la licuación por sollicitación símica en cercanía de los grandes sistemas de fallas activas que cruzan la región occidental, central y oriental de Venezuela, donde se ubican las principales ciudades, aspecto de vital importancia, ya que en épocas anteriores el fenómeno de licuación ha causado grandes daños en algunas poblaciones, ejemplo de ello, las ciudades de Cumaná y Cariaco, estado Sucre; poblaciones de la costa en el oriente centro y occidente, así como en la zona de frontera, San Antonio, Ureña, estado Táchira entre otros. Hasta ahora sólo se ha hecho un primer ensayo cartográfico preliminar (Acosta y De Santis, 1997), donde muestran en forma sintética la ocurrencia de licuación en Venezuela. El disponer de la cartografía detallada del fenómeno geológico constituye un importante aporte de este estudio cuya característica será contar con un mapa nacional en que se visualicen cada uno de los eventos cuya compilación y estudio se ha realizado.

Metodología

La primera fase del trabajo consistió en la búsqueda intensiva de fuentes de documentación antigua y reciente que mencionen rasgos sobre los efectos producidos en la naturaleza o en infraestructura edificada cuyo origen ha sido la licuación. Se ha partido del primigenio trabajo elaborado por Acosta & De Santis (1997), donde se resume esencialmente aquellos eventos en los que se ha producido licuación. Para este estudio se ha empleado la metodología seguida por Galli & Ferrel (1995, 1999).

Los reportes originales se encuentran en las siguientes publicaciones: Centeno (1969), Singer *et al.* (1983), además de Grases, *et al.* (1999), quienes complementan con nueva data proveniente de fuentes primarias (Archivo de la Academia Nacional de la Historia, Archivo de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Archivo General de Indias, así como hemerografía no consultada anteriormente: El Tiempo, El Fonógrafo, Ecos del Zulia, El Nacional, EL Universal y El Impulso, entre otros). Más recientemente se cuenta con un trabajo sobre

Inventario nacional de licuación

licuación en Venezuela, realizado por Rodríguez *et al.* (2004).

En la segunda fase se analizaron las evidencias de licuación provenientes de la documentación revisada, clasificándola en tres niveles de certidumbre: segura, posible o dudosa. Ello permitió generar un banco de datos, el cual constituye la base para la elaboración de los mapas por regiones (**Figs. 1, 2 y 3**, respectivamente).

Discusión de resultados: período 1530 –1997

El producto generado a partir de los resultados obtenidos se muestra en 3 mapas regionales –occidente, centro y oriente-, donde se ubican tanto el epicentro como las zonas afectadas por el fenómeno objeto de estudio (**Figs. 1, 2 y 3**). De igual manera se presenta la base de datos resumida en tres tablas, una por cada región respectivamente (**Tablas 1 a 3**), en la que se incluye el evento sísmico y la licuación de sedimentos inducida por cada evento. Para el occidente se analizaron 20 (descartando 13), en el centro 7 (descartando 3) y oriente se analizaron 17 (descartando 5 eventos), motivado a no presentar dato alguno que pudiera ser analizado.

Referencias consultadas.

Bibliográficas

- Acosta, L. y De Santis, F., 1997. Licuación de Suelos: Su Ocurrencia en la Historia Sísmica de Venezuela. III Congreso Latinoamericano de Ingenieros Geotécnicos Jóvenes. Caracas, Venezuela. pp. V-1 V-12.
- Arcia, J., Larotta, J. y Malaver, A., 1975. Análisis de daños ocurridos en el estado Lara como consecuencia del temblor del 5 de Abril de 1975. Informe inédito para el Ministerio de Obras Públicas, Oficina Técnica Especial del Sismo. 27 p. + anexos.
- Audemard, F. A., Beltrán, C., De Santis, F. y Lugo, M., 1990. Liquefaction on the Eastern Coastlands of Falcon State (Northwestern Venezuela) induced by moderate shallow earthquakes. INQUA, Neotectonics Commission 13: 47-50.
- Audemard, F. A. y Santis, F., 1991. Survey of liquefaction structures induced by recent moderate earthquakes. IAEG-AIGI, 44: 5 – 16.
- Audemard, F. A., 1998. Soil liquefaction during the Caracas 1967 and Boca de Tocuyo 1989 earthquakes, Venezuela: its significance for human settlements on active alluvial areas and coastlands. In: Proceedings of the XV Caribbean Geological Conference, Kingston, Jamaica.
- Audemard, F. A., 1999a. El sismo de Cariaco del 09 de julio de 1997, estado. Sucre, Venezuela: nucleación y progresión de la ruptura a partir de observaciones geológicas. Memorias VI

Asimismo, las descripciones originales o citas textuales pueden ser revisadas en el trabajo original de Rodríguez *et al.* (2004).

Conclusiones

Para el periodo 1530-1997, el estudio detallado basado en el análisis de la documentación histórica y contemporánea, ha permitido clasificar aquellos eventos en donde se manifestó la ocurrencia de licuación de suelos como efecto sísmico a nivel nacional. De la totalidad de los 44 eventos sísmicos evaluados con algún indicio de licuación reportado, se conservaron 23 de ellos, descartándose 21 eventos que no presentaron ni dato, ni indicios del fenómeno, confiables.

De acuerdo a la información recopilada, analizada e interpretada, se clasificó la veracidad de la ocurrencia de licuación y se creó una base de datos para generar la cartografía sobre zonas de licuación de suelos inducida por sismos, que se presenta en este resumen ampliado y cuyo producto final es un mapa integrado a escala 1:2.000.000.

- Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, Mérida, Venezuela (CD-Rom).. 14 p.
- Audemard, F. A., 1999b. Nueva percepción de la sismicidad histórica del segmento en tierra de la falla de El Pilar, Venezuela nororiental, a partir de primeros resultados paleosísmicos. Memorias VI Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, Mérida, Venezuela (CD-Rom).
- Audemard, F. A., Machette, M., Cox, J., Dart, R. and Haller, H. 2000. Map and Database of Quaternary Faults and Folds in Venezuela and its Offshore Regions. USGS Open-File report 00-0018 (accessible from USGS web page; open file reports ofr – 00-0018).
- Bard, P-Y., 1992. Induced effects (liquefaction and slope instabilities): basic physical phenomena and estimation methods for microzoning studies, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées and Observatoire de Grenoble.
- Beltrán, C., y De Santis, F., 1990. Manifestaciones de licuación en Falcón Oriental a consecuencia de los sismos de los meses de Abril y Mayo de 1989. FUNVISIS. Informe interno, 34 pp.
- Beltrán, C., De Santis, F. y Audemard F. A., 1992. Ocurrencia de fenómenos de licuación en zonas deltaicas pobladas de Falcón oriental, Venezuela. II Simposio latinoamericano sobre Riesgo Geológico Urbano, II Conferencia Colombiana de Geología Ambiental.
- Beltrán, C., y Rodríguez, J., 1995. Ambientes de sedimentación fluvio-deltaica y su influencia en

Distribución de licuación de sedimentos

- la magnificación de daños por sismos en la ciudad de Cumaná, Venezuela. II Coloquio Internacional de "Microzonificación Sísmica", V Reunión de Cooperación Interamericana. Corporiente, Cumaná, Venezuela.
- Briceño, L., 1956. Documento sobre el terremoto de Cúcuta ocurrido el 18 de mayo de 1875 En: Boletín del centro de Historia del Táchira, pp 38-45.
- Brun, J., 1894. Relación circuntanciada de la situación de los edificios de la línea, puente, material rodante y máquinas del ferrocarril de Santa Bárbara El Vigía después del temblor de tierra del día 28 de abril de 1894. En: Memorias del Ministerio de Obras Públicas (MOP), documento N° 331, Caracas. (Informe Técnico).
- Centeno, G., 1969. Estudios Sismológicos. Academia Nacional de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, segunda edición. Caracas, Venezuela, 365 p.
- Castilla, R., y Audemard, F., 1999. Facies Sedimentarias del Abanico de Caraballeda y su relación con la Licuación de Suelos durante el sismo de Caracas de 1967. XVI Seminario Venezolano de Geotecnia, Caracas, Venezuela. pp. 561 – 572.
- De Santis, F., Singer, A. y Audemard, F. A., 1989. Manifestaciones de "lateral spread" en el delta lacustre de Güigüe, costa del sur del Lago de Valencia, durante el Terremoto de Caracas del 29-07-1967. Memorias. VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto 3: 1123 -1236.
- De Santis, F., Echezuría, H., Audemard, F. A., Beltran, C., Alviar, J. y Ferrubus, C., 1990. Los sismos de abril y mayo de 1989. Evidencias de licuación. Memorias XI Seminario de Geotecnia, 205-225.
- Funvisis., 1983. Evaluación del riesgo sísmico, en el Proyecto Ferrocarril Caracas Litoral. Informe preliminar. FUNVISIS-IAFE. Caracas. (Informe confidencial).
- Funvisis., 1987. Tectónica cuaternaria, características sismogénicas de las fallas de Boconó, San Simón y piedemonte occidental andino y efectos geológicos asociados a la sismicidad histórica. Funvisis para Maraven. S.A. 90 p + anexos. Inédito. (Informe confidencial).
- Funvisis, 1991. Características neotectónicas y parámetros sismogénicos de las fallas activas cuaternarias, y efectos geológicos de la actividad sísmica en la región de proyecto y en las obras proyectadas. Proyecto Sumandes II. Funvisis para Maraven, S.A. 2 volumen. 239 p. Inédito.
- Funvisis, 1991. Estudio de las manifestaciones de licuación de suelo ocurridas en Falcón Oriental durante los sismos de abril y mayo 1989. Aspectos Geológicos y Geotécnicos. Caracas, 123 p.
- Funvisis., 1994. Estudio neotectónico y geología de fallas activas de la región nororiental de Venezuela. Proyecto Intevp 92-175. Funvisis para Intevp, S.A. 3 Volúmenes. 258 p + anexos. (Informe confidencial).
- Funvisis., 1997. Evaluación preliminar sobre el Sismo de Cariaco del 9 de julio de 1997, estado Sucre, Venezuela (versión revisada). 123 p.+ anexos
- Galli, P., y Ferreli, L., 1995. A methodological approach for historical liquefaction research. In Paleoseismology. Association of Engineering Geologists Special Publication 6: 36-48.
- Galli, P., y Ferreli, L., 2000. New empirical relationships between magnitude and distance for liquefaction. Tetonophysics 324 : 169-187.
- Gómez, J., 1990. Historia de las fortificaciones de Cumaná. Iera edición. Talleres de Impresos Oriente, Venezuela. 145 p.
- González, J., Schmitz, M., Audemard, F. A., Contreras, R., Mocquet, A., Delgado, J. y De Santis, F., 2003. Site effects of the 1997 Cariaco, Venezuela earthquake. Engineering Geology 72:143-177.
- Grases, J., Altez, R. y Lugo, M., 1999. Catálogo de sismos sentidos o destructores de Venezuela 1530-1998. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Edición. Innovación Tecnológica. Vol. XXXVII. 654 p.
- Guardia, T., 1878. Relato sobre el terremoto de Cua. En: Centeno (*op cit.*) p. 343.
- Rodríguez, J., y Chacín, R., 1995. Relación documentada del sismo de Cumaná del año 1929. Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela N° 53.
- Herrera, A., 1934. Historia general de los hechos de los castellanos en las islas y tierra firme del Marrocéano, Madrid, tomo I capítulo VIII de Venezuela. En: Grases (*op cit.*) p. 59
- Humbolt, de A., 1956. Viaje a las Regiones Equinoaciales del Nuevo Continente. Ediciones del Ministerio de Educación, Caracas. P 379, 402. En: Grases (*op cit.*) p. 81, 101.
- Lares, J., 1894. Sobre el terremoto de 1894. En: Acosta y De Santis (*op cit.*) V_6.
- Montero, J. 1680. Registro principal de Trujillo, sección Tierras; Trujillanos reclaman protección para sus siembras,12-08- 1680. En: Grases (*op cit.*) p. 75.
- Quevedo, F. 1680. Registro principal de Trujillo, sección Tierras; Trujillanos reclaman protección para sus siembras,09-08-1680. En: Grases (*op cit.*) p. 75.
- Ramos, L., 1932. Sismo de 1932. En: Funvisis (*op cit.*) p. 133.
- Rodríguez, L., Audemard, F. A. y Rodríguez, J., 2004. Casos históricos y contemporáneos de licuación de sedimentos inducidos por sismos en Venezuela desde 1530 (en arbitraje)
- Rojas, A. Terremoto de 1812. (sic) (s/v; s/n; s/p). En: Centeno (*op cit.*) p.337.
- Salvador, F., 1987. Ensayo de Historia Americana, Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, Caracas, tomo II En: Grses (*op cit.*) P. 87.
- Singer, A., Rojas, C., y Lugo, M., 1983. Inventario Nacional de Riesgos Geológicos. (estado

Distribución de licuación de sedimentos

preliminar) Departamento de Ciencias de la Tierra. Funvisis, serie técnica 03-83. 126 p.

Correspondencia.

- De Sebastián Bueno a Villanueva, Choroní, 28-03-1812, Archivo de la Academia Nacional de la Historia. En: Grases, J., Altez, R. y Lugo, M., 1999. Catálogo de sismos sentidos o destructores de Venezuela 1530 – 1998. Fac. Ing. Univ. Central de Venezuela (ed.), Caracas. P 121.
- De Francisco Javier García a Juan José Guzmán, San Carlos, 28-3-1812. En: Grases (op. cit.) p. 116.
- De Francisco de Vivero Galindo al Rey, Cumaná 10-06-1684, Archivo General de Indias. En: Grases (op. cit.) p.76
- De Juan Vilachez y Narváez, Vicario eclesiástico de Trujillo al obispo de Venezuela, Trujillo 23-01-1674. Archivo General de Indias. En: Grases (op. cit.) p.75.
- De Villanueva a Juan José Guzmán, Barbacoas, 19-04-1812, Archivo de la Academia Nacional de la Historia. En: Grases (op. cit.) p. 126.

Hemerográfica.

- Beaupérthuy, D. 1853. Otra relación del terremoto de Cumaná de 1853. Diario de Avisos, Caracas, 31-08-1853. En: Grases, J., Altez, R. y Lugo, M., 1999. Catálogo de sismos sentidos o destructores de Venezuela 1530 – 1998. Fac. Ing. Univ. Central de Venezuela (ed.), Caracas p. 164.
- Ibarra, A., 1862. Temblores y terremotos: Sismo de 1853, El Independiente, Caracas, marzo-abril de 1862. En: Grases (op. cit.) P.167

- Lugo, B., 1878. Terremoto de 1878, Diario La Religión, Caracas 14-04-1878. (sic) (s/v; s/n; s/p). En: Acosta y De Santis, 1997. Licuación de Suelos: Su Ocurrencia en la Historia Sísmica de Venezuela. III Congreso Latinoamericano de Ingenieros Geotécnicos Jóvenes. Caracas, Venezuela. pp. V-1 V-12.
- Diario La Opinión Nacional, Caracas, 15-04-1878. (sic) (s/a) En: Grases (op. cit.) p.228.
- Diario El Fonógrafo, Maracaibo, 07-05-1894. Terremoto de 1894. En: Grases (op. cit.) p. 276.
- Diario El Tiempo, Caracas 12-05-1894. Sobre el terremoto de 1894. En: Grases (op. cit.) p. 271 273.
- Diario Ecos del Zulia, Maracaibo, 08-05-1894. En: Grases (op. cit) p. 273.
- Diario El Universal 28-04-1932. En: Funvisis., 1991. Características neotectónicas y parámetros sismogénicos de las fallas activas cuaternarias, y efectos geológicos de la actividad sísmica en la región de proyecto y en las obras proyectadas. Proyecto Sumandes II. Funvisis para Maraven, S.A. p. 133.
- Diario El Universal 30-03-1932. En: Funvisis. (op. cit.) 1991. p. 133
- Centeno, G., M. a Muñoz, T., J., 1900. “Interesantísimo estudio” En: Diario La Linterna Mágica, 04-11-1900, N° 250. (s/v; s/p).
- Febres, C, J., 1967. “Los terremotos en Venezuela.” En: Diario El Nacional 28-09-1967. (sic) (s/v; s/n; s/p).
- Martel, J., 1900. “El terremoto del 29 de octubre de 1900”. En: Diario La Linterna Mágica, 15-11-1900, (sic) (s/v; s/n; s/p).

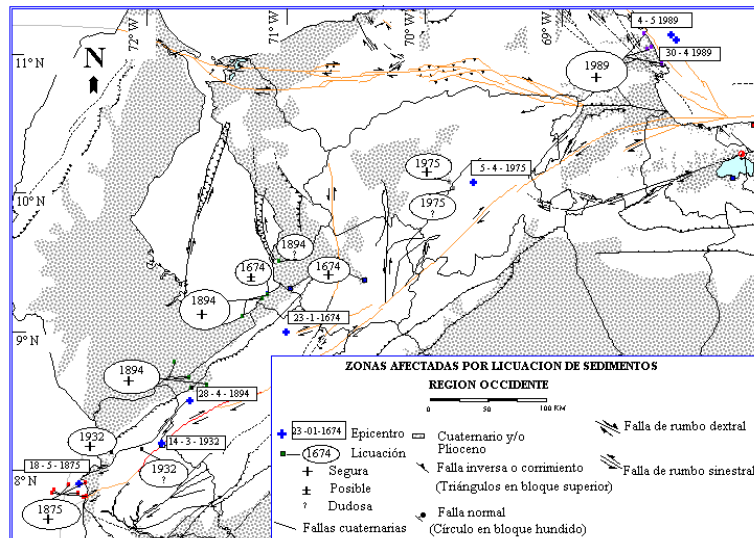


Fig. 1. Ubicación epicentral de los eventos vinculados con las áreas donde se produjo el fenómeno de licuación en la región occidental de Venezuela (tomado de Rodríguez *et al.* 2004). Mapas de fallas cuaternarias según Audemard *et al.* (2000)

Distribución de licuación de sedimentos

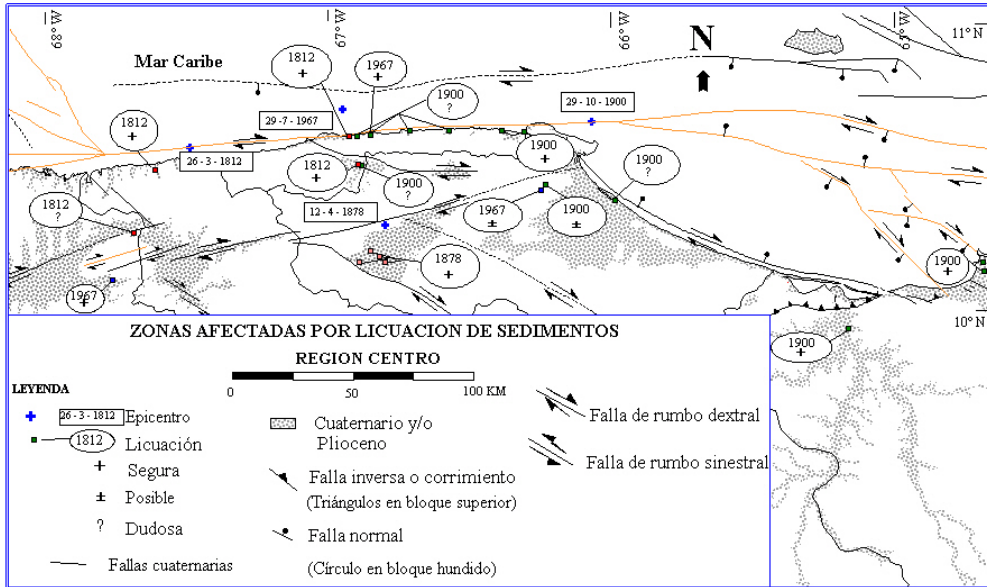


Fig. 2. Región centro mostrando tanto la ubicación del epicentro como las zonas afectadas por el fenómeno (tomado de Rodríguez *et al.*, 2004). Mapas de fallas cuaternarias según Audemard *et al.* (2000)

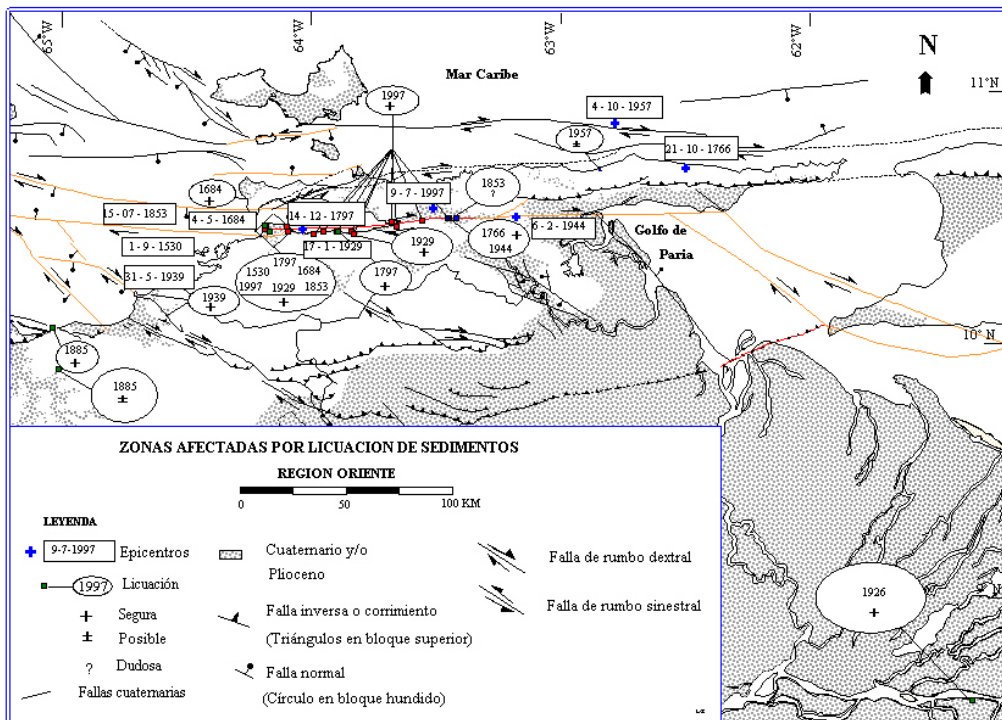


Fig. 3. Ubicación epicentral de los eventos, vinculado con las áreas donde se produjo el fenómeno de licuación en la región oriental (tomado de Rodríguez *et al.*, 2004). Mapas de fallas cuaternarias según Audemard *et al.* (2000)

Distribución de licuación de sedimentos

Evento sísmico			Fenómeno de licuación				Fuente	
Fecha	Coordenadas del epicentro		Localidad	Coordenadas de la licuación		Dist. Km		Tipo de licuación
	Long W	Lat N		Long W	Lat N			
23-01-1674	-71	9	Valle del Pocó (munic La Ceiba)	-70,89	9,23	28,28	▲	Singer <i>et al.</i> (1983), Montero En: Grases <i>et al.</i> (1999), Quevedo En: Grases (<i>op cit</i>), Vilchaez y Narváez En: Grases (<i>op cit</i>)
			Trujillo	-70,43	9,36	74,27	▲	
			Gibraltar (munic. Sucre)	-71,13	9,27	33,24	▲	
18-05-1875	-72,5	7,9	San Antonio (munic Bolívar)	-72,44	7,98	11,08	■ ▲	Centeno (1969), Singer <i>et al.</i> (1983), Briceño En: Boletín del Centro de Historia del Táchira (1956), FUNVISIS (1991)
			Ureña (munic Ureña)	-72,45	7,91	5,62	■ ▲	
			San José de Cúcuta cerca del puente San Rafael (Colombia)	-72,5	7,84	6,67	■	
			Villa del Rosario (Colombia)	-72,46	7,81	10,93	■ ▲	
			Pte. sobre Río Zulia (Colombia)	-72,57	7,9	7,71	■ ▲	
			Camino San Cayetano a Santiago (Colombia)	-72,69	7,84	21,96	■ ▲	
			San Cayetano (Colombia)	-72,67	7,85	19,53	■ ▲	
28-04-1894	-71,7	8,5	Bobures (munic Sucre)	-71,15	9,25	102,97	▲	Singer <i>et al.</i> (1983), Brun (1894) Funvisis (1987) Lares En: Acosta y De Santis (1997) Diarios: El Tiempo, Ecos del Zulia, El Fonógrafo El Diario de Caracas En : Grases <i>et al.</i> (1999)
			Gibraltar (munic. Sucre)	-71,15	9,27	104,78	▲	
			Caño del Padre (Km 30) (munic Sucre)	-71,8	8,78	33,01	▲	
			L.Fer. Est. El Castillito (km 37) a Los Cañitos (Km48) (munic Colon)	-71,7	8,67	18,90	▲	
			Puente Arenosa (Km 50)	-71,57	8,62	19,55	▲	
			Santa María (munic Colon)	-71,3	9,12	81,75	▲	
			Onia (munic Alberto Adriani)	-71,68	8,59	10,24	▲	
			La Ceibita (munic La Ceiba)	-71,05	9,16	102,39	▲	
			En dirección de La Fria y Estación Táchira	?	?		▲	
14-3-1932	-71,9	8,2	Río Lobaterita ? cerca caserío La Uraca Est. Km 114.5 (munic. Ayacucho)	-72,26	8,13	40,38	▲	Centeno (1969), El Universal En: Funvisis (1991) Ramos En:Funvisis (<i>op cit</i>)
			Alredores del río Onia y caserío Onia (munic Alberto Adriani)	-71,68	8,58	48,69	▲	
			En dirección de La Fria y Estación Táchira	?	?		▲	
31-3-1932	?	?	Pto Cumarebo	-69,34	11,49		△	Singer <i>et al.</i> (1983)
5-4-1975	-69,64	10,08	Maracas (munic Torres)	-69,78	10	16,30	△	Arcia <i>et al.</i> (1975) Singer <i>et al.</i> (1983); Diarios: El Nacional, El Impulso El Universal, En: Grases <i>et al.</i> (1999)
			Río Tocuyo cercano a Atarigua (munic Torres)	-69,81	10,08	18,61	▲	
			Hacienda Tomas Ramos ? Río Tocuyo	?	?		△	
30-4-1989 al 4-5-1989	-68,17	11,1	Boca del Tocuyo (munic. Acosta)	-68,34	11,05	19,36	▲	Audemard <i>et al.</i> (1990) Beltrán <i>et al.</i> (1990) De Santis <i>et al.</i> (1990), Audemard <i>et al.</i> (1991) Funvisis (1991) Beltrán <i>et al.</i> (1992)
			Tocuyo de la Costa (munic. Acosta)	-68,37	11,04	22,82	▲	
			Chichiriviche (munic Manaure)	-68,27	10,93	21,82	▲	
			Boca de Mangle (munic Acosta)	-68,4	11,15	25,70	▲	
			Chichiriviche (munic Manaure)	-68,27	10,93	24,25	▲	
	-68,21	11,14						

Tabla N° 1. Base de datos para la región de occidente.

LEYENDA

Valor desconocido = ?

Efecto geológico	Grado de certidumbre		
	seguro	posible	dudoso
licuación	▲	▲	△
"lateral spread"	■	□	□

Distribución de licuación de sedimentos

Evento sísmico			Fenómeno de licuación					Fuente
Fecha	Coordenadas epicentro		Localidad	Coordenadas licuación		Distancia Km	Tipo de Licuación	
	Long W	Lat N		Long W	Lat N			
26-03-1812	-67,49	10,53	La Guaira	-66,92	10,6	62,8	▲	Rojas En: Centeno (1969), Febres En: El Nacional (1967), Singer <i>et al.</i> (1983), Grases (1990), Bueno En: Grases <i>et al.</i> (1999), García En: Grases (<i>op cit.</i>) Villanueva En: Grases (<i>op cit.</i>)
			El Paraiso vega del Río Guaire (munic, Libertador)	-66,92	10,33	66,2	▲	
			Choroní	-67,61	10,49	13,9	■ ▲	
12-04-1878	-66,8	10,3	Cerca del Río Cúa (munic Urdaneta)	-66,89	10,17	17,5	▲	Guardia En: Centeno (1969, Singer <i>et al.</i> (1983), Lugo en: Diario La Religión En: Acosta y De Santis (1997), La Opinión Nacional En: Grases <i>et al.</i> (1999)
			Quebrada Culebra	-66,82	10,19	12,4	▲	
			Quebrada Pitahaya	-66,85	10,21	11,4	▲	
			Hacienda Santa Bárbara	-66,8	10,17	95,7	▲	
29-10-1900	-66,08	10,66	Macuto	-66,88	10,61	87,6	△	Martel En: La linterna Mágica (1900), Centeno En: La linterna Mágica (1900), Centeno (1969) Singer <i>et al.</i> (1983)
			Caraballeda	-66,82	10,61	81,0	△	
			Camurí Grande	-66,71	10,62	69,0	△	
			Los Caracas	-66,57	10,63	53,6	△	
			La Sabana	-66,29	10,61	23,6	▲	
			Chuspa munic, Brión	-66,27	10,62	21,2	▲	
			Paparo (munic, Brión)	-65,91	10,33	41,1	□	
			Vía férrea entre Carenero y Río Chico (munic, Paez)	?	?		▲	
			NE Caserío la Marturetera en Capaya (munic Brión)	-66,23	10,44	29,4	▲	
			Entre Cutusiapón y Prim (Capaya) ?	?	?		▲	
			San Jacinto y Catedral Caracas (munic, Libertador)	-66,9	10,5	91,4	△	
			El Pto.de El Rincón a orillas del Río Neverí (munic. Bolívar)	-64,69	10,17	161,5	▲ ■	
			Clarines (munic. Bolívar)	-65,15	9,87	134,4	▲	
			Barcelona a orillas del mar (munic. Bolívar)	-64,68	10,13	164,0	▲	
			29-7-1967	-66,95	10,7	Playa de Caraballeda	-66,84	
Las Morochas cerca del río	-66,25	10,42				82,6	△	
Agua Colorada, (munic, Brión)								
Rivera sur del Lago de Valencia al NE de Guigue,	-67,75	10,11				109,34	■	

Tabla N° 2. Base de datos para la región central.

Distribución de licuación de sedimentos

Evento sísmico			Fenómeno de licuación					Fuente	
Fecha	Coordenadas del epicentro		Localidad		Coordenadas licuación		Dist. Km		Tipo de Licuación
	Long W	Lat N			Long W	Lat N			
01-09-1530	-64,5	10,44	Cumaná, desembocadura del Río Manzanares (Munic. Sucre)		-64,17	10,47	36,2	▲	Centeno (1969), Singer <i>et al.</i> (1983), Casas, B. En: Gomez (1990), Funvisis (1994,) Herrera, En: Grases <i>et al.</i> (1999), Audemard (1999b),
4-05-1684	-64,17	10,47	Cumaná (munic. Sucre)		-64,17	10,47	0,0	▲	Gomez (1990), Funvisis (1994), Vivero En: Grases <i>et al.</i> (1999), Audemard (1999b),
21-10-1766	-62,5	10,7	Araya (munic. Salmerón Acosta)		-64,25	10,57	14,1	▲	Singer <i>et al.</i> (1983) Humboldt En: Grases <i>et al.</i> (1999), Salvador En: Grases (<i>op cit.</i>),
			Tierra Hueca (Pantoño, munic. Andres Eloy Blanco)		-63,45	10,48	106,7	▲	
			Monte Sauri?		?	?	?	△	
14-12-1797	-64,01	10,46	Río Orinoco cerca de Aravacoto? La Encaramada		?	?	?	▲	Beltran y Rodríguez (1995), Humboldt en:Grases <i>et al.</i> (1999b), Audemard (1999b)
			Mariguitar (Munic. Bolívar)		-63,89	10,45	13,1	▲	
			Orilla del Río Manzanares, cerca de Hospicio Los Capuchinos (Cumaná, munic. Sucre)		-64,18	10,47	18,6	▲	
15-07-1853	-64,58	10,5	Llano las Charas (Cumaná munic Sucre)		-64,17	10,45	17,5	▲	Centeno (1969);, Singer <i>et al.</i> (1983), Funvisis (1994), Beltrán y Rodríguez (1995)
			Cumaná, a orillas del Río Manzanares (munic. Sucre)		-64,16	10,46	46,1	▲	
			El Dique (Cumaná, munic Sucre)		-64,19	10,47	42,8	▲	
04-10-1885	?	?	Caiguire y Sabana del Pañón (munic Sucre)		-64,12	10,48	50,5	▲	Beauperthuy, En: Grases et al. (1999), Ibarra En: Grases <i>et al.</i> (1999), Audemard (1999b)
			Tierra Hueca (Pantoño, Munic Andres Eloy Blanco)		-63,45	10,48	123,6	△	
			San Miguel de Piritu (munic. Peñalver)		-64,91	9,89	?	▲	
5-6-1926	?	?	Orilla del mar en Piritu al este y oeste (munic. Peñalver)		-65,04	10,07	?	▲	Singer <i>et al.</i> (1983),
17-1-1929	-63,93	10,43	Río Orinoco (isla frente a los Remolinos)		-61,35	8,59	?	▲	Centeno (1969), Singer <i>et al.</i> (1983)
			Río. Manzanares, Sabana del Salado (Cumaná, munic. Sucre)		-64,19	10,47	28,8	▲	Centeno (1969), Singer <i>et al.</i> (1983),
			Las Palomas (Cumaná munic. Sucre)		-64,18	10,47	27,7	▲	Funvisis (1994),
			San Luis (Cumaná, munic. Sucre)		-64,19	10,45	28,5	▲	Rodríguez y Chacín (1995),
			Altigracia, Plaza Bermúdez (Cumaná, munic. Sucre)		64,17	10,46	26,5	▲	Audemard (1999b)
			Plaza Ayacucho (Cumaná,munic. Sucre)		?	?	?	▲	
			Puerto Carenero (munic. Sucre)		-64,17	10,48	26,8	▲	
			Caiguire (Cumaná, munic. Sucre)		-64,11	10,47	19,6	▲	
			Tarabacoa (munic. Bolívar)		-63,84	10,44	9,9	▲	
			Pericantar (munic. Mejía)		-63,75	10,45	19,8	▲	
31-5-1939	-64,61	10,18	Río. Manzanares, Sabana del Salado (Cumaná, munic. Sucre)		-64,19	10,47	28,8	▲	Centeno (1969);, Singer <i>et al.</i> (1983),
			San Diego (munic. Bolívar)		-64,64	10,20	3,9	■	
6-2-1944	-63,18	10,5	Casanay (munic. Andres Eloy Blanco)		-63,42	10,5	26,7	▲	Centeno (1969), Singer <i>et al.</i> (1983),
4-10-1957	-62,77	10,86	San Juan De Las Galdonas (Playa San Juan)		-62,91	10,7	23,6	△	Singer <i>et al.</i> (1983),
9-7-1997	-63,51	10,54	Carretera San Rafael de Tucupita		-62,91	10,7	23,6	△	Singer <i>et al.</i> (1983),
			Muelle Pesquero (Cumaná, munic. Sucre)		-64,19	10,47	74,74	■	FUNVISIS (1997), Audemard (1999a),
			Embarcadero del Ferry (Cumaná, munic. Sucre)		-64,19	10,47	74,74	■	González <i>et al.</i> (2003)
			El Dique sector La Boquita (Cumaná, munic. Sucre)		-64,18	10,47	73,65	■	
			Muelle Hielo Cumaná (Cumaná, munic. Sucre)		-64,19	10,46	74,86	■	
			Muelle Pto Sucre (costa el Guapo oeste de Cumaná (munic. Sucre)		-64,19	10,46	74,86	■	
			Pta Baja (Laguna Buena Vista) (Cumaná, munic. Sucre)		-64,19	10,46	74,86	■	
			El Peñon (Cumaná, munic. Sucre)		-64,1	10,47	64,96	▲	
			Tunantal (munic. Bolívar)		-64,09	10,46	64,02	■	
			Pta Guaracaval (munic. Bolívar)		-63,99	10,44	53,64	▲	
			Mariguitar (Punta Monte Cristo, cerca Playa Maigualida (munic. Bolívar)		-63,95	10,45	49,13	■	
			Pta Tarabacoita al NW de Mariguitar (munic. Bolívar)		-63,91	10,44	45,12	■	
			San Antonio Del Golfo (munic. Mejía)		-63,84	10,45	37,44	▲	
			Villa Frontado (munic. Ribero)		-63,83	10,44	36,71	■	
			Punta Cachipo al oeste de Chiguana (munic. Ribero)		-63,65	10,47	17,17	■	
			Chiguana (Camaronera Aquacam)		-63,67	10,48	18,72	■	
			Pantoño Laguna Vista (munic. Ribero)		-63,52	10,54	1,09	■	
			Las Manoas Campo Alegre al NE de Cariaco (munic. Ribero)		-63,45	10,48	9,35	■	
			Calles Brekerman, Flores y Bermúdez en Cariaco (munic. Ribero)		-63,54	10,49	6,45	■	

Tabla N° 3. Base de datos para la región de oriente.