

Nota técnica: Caracterización del histórico sísmico del estado Carabobo

Adalgiza Pombo de Cerisola

Departamento de Ingeniería Estructural, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

Resumen.-

La historia sísmica de Venezuela revela, que desde el año de 1530 hasta la fecha, se han producido más de un centenar de eventos sísmicos, causando muchos de ellos, daños considerables y pérdidas de vidas humanas. El estado Carabobo no escapa a la probabilidad de ocurrencia de un sismo, ya que este, se ve afectado por el Sistema de Fallas de La Victoria. De modo que el objetivo de este trabajo es caracterizar el histórico sísmico del estado Carabobo desde 1530 hasta el año 2008, para lo cual se realizó un Catálogo de sismos sentidos para el estado, a partir, del Catálogo de Sismos Sentidos y Destruyores de Venezuela y otras fuentes autorizadas; la importancia de este catalogo, radica en el uso vital que este tiene al momento de la determinación del peligro sísmico o amenaza sísmica de la región; la evaluación del peligro sísmico es el primer paso en la evaluación del riesgo sísmico, ya que una buena estimación de este, minimiza las perdidas de vidas, los daños a las edificaciones y a la propiedad e interrupción a la vida económica y social; igualmente se identifican en este trabajo, los municipios donde hubo mayor ocurrencia de sismos sentidos en periodos de 50 años; así como también se determina los lugares y épocas donde se produjeron los sismos de mayor repercusión en cuanto a desastres ocasionados. Entre las conclusiones se tiene que en los últimos 50 años se ha incrementado la ocurrencia de sismos sentidos en el estado Carabobo, en especial en los municipios donde se presenta una tendencia de crecimiento poblacional; estos municipios son: Valencia, Puerto Cabello, Guacara, Los Guayos, San Joaquín, Diego Ibarra, y Carlos Arvelo.

Palabras clave: Sismo, histórico, fallas, amenaza

Historical Characterization of Sismicity Carabobo State, Venezuela

Abstract.-

The seismic history of Venezuela reveals that, from the year 1530 to this date, there have been more than a hundred seismic events, most of them causing, considerable damages and lost of human lives. The state of Carabobo does not escape to the probability of occurrence of an earthquake, because it is affected by the system of La Victoria's faults. Thus, the objective of this investigation is to show the seismic historical characterization of Carabobo from 1530 to 2008. A catalogue will be done in order to show the perceived earthquakes in the state. This information was taken from a previous catalogue of the perceived and destructive earthquakes in Venezuela, and other sources; The importance of the catalogue, is for the use that this has to the moment of the determination of the seismic danger or seismic threat of the region; the evaluation of the seismic danger is the first step in the evaluation of the seismic risk, since a good estimate of the seismic danger, reduces the lost of lives, the damages to the constructions and the property and interruption to the economic and social life; the municipalities are also identified where there was bigger occurrence of earthquakes felt in 50 year-old periods; as well as the places and times were determined where the earthquakes of more repercussion took place as for caused disasters. In the last 50 years the occurrence of earthquakes has been increased felt in the state Carabobo, especially in the municipalities where it shows up a tendency of populational growth; these municipalities are: Valencia, Puerto Cabello, Guacara, Los Guayos, San Joaquín, Diego Ibarra, and Carlos Arvelo.

Keywords: earthquake, historical, faults, threat

1. Introducción

Los sismos o terremotos, constituyen una de las catástrofes naturales más devastadoras y aterradoras que existen, y se pueden originar debido a la energía

liberada por el movimiento rápido de dos bloques de la corteza terrestre, uno con respecto al otro. Muchos lugares del mundo sufren temblores con cierta frecuencia. Sin embargo, los pequeños sismos pueden causar serios daños y amenazar la salud y la seguridad de las personas que viven en las zonas afectadas. La sismicidad

Correo-e: apombo@uc.edu.ve (Adalgiza Pombo de Cerisola)

en Venezuela está relacionada con la actividad de fallas que abarcan la Región Andina y la costa-montañosa del norte de Venezuela, formando así un cinturón sin interrupción desde la frontera de Colombia en el estado Táchira, hasta la Isla de Trinidad. El mismo contiene las fallas de Boconó, San Sebastián y El Pilar, las cuales constituyen el límite principal entre la Placa del Caribe y la Placa de Sur América causante de los sismos más severos ocurridos en el territorio nacional y las cuales tienen entre sí un desplazamiento de 1,8 a 2 cm/año (la placa del Caribe se mueve hacia el este y la de Sudamérica se mueve al oeste) [2].

El Estado Carabobo no escapa a la probabilidad de ocurrencia de un sismo, ya que este se ve afectado por el sistema de Fallas secundarias de La Victoria. En base a las enseñanzas dejadas por terremotos pasados, se puede tener una idea aproximada de la respuesta del suelo y del comportamiento de las estructuras, ya que, con método probabilístico, se pueden establecer las leyes estadísticas que rigen la ocurrencia de eventos sísmicos en la región de estudio, al considerar este fenómeno, como un proceso estocástico. Sin embargo, no es necesario llegar al punto de que ocurra una tragedia, para ejecutar acciones y mejorar el comportamiento sísmico estructural de las edificaciones así como también no se debe seguir permitiendo que la población se extienda hacia zonas de peligro sísmico o amenaza. Por lo que se cree conveniente, adelantar acciones con el estudio y análisis histórico de los sismos ocurridos en el estado Carabobo.

La historia sísmica de Venezuela, revela que desde el año de 1530 hasta la fecha, han ocurrido más de un centenar de eventos sísmicos, muchos de los cuales han causado daños considerables y pérdidas de vidas humanas [3]. La tarea de reconstruir la historia sísmica presenta problemas singulares en una región como Venezuela, que vivió más de la mitad de su historia bajo régimen colonial [4], por lo que las fuentes de información van desde: los repositorios locales de diócesis y arquidiócesis, los traslados del archivo de Indias, noticias publicadas por naturalistas, informes a los gobiernos de los países que tenían posesiones en la región, viajeros de Indias, la prensa foránea y hasta los informes de campo de sismos sentidos.

En el presente trabajo se elabora un Catálogo de Sismos Sentidos para el Estado Carabobo, desde 1530 hasta 1997, que evidencia los aspectos más resaltantes de los sismos ocurridos; seguidamente se identifican los municipios donde hubo mayor ocurrencia de sismos sentidos, en periodos de 50 años, al igual que se de-

termina las localidades y la época donde se produjo el sismo de mayor repercusión (con magnitudes de grado superior a 4 en la escala de Richter) en cuanto a desastres ocasionados.

2. Metodología

A continuación se describe brevemente la metodología usada. En una primera fase que tiene como finalidad la construcción del Catálogo de Sismos del Estado Carabobo, para ello se evaluó y analizó, toda la información que se tenía de los entes gubernamentales tales como: la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, y universidades del país. Por lo que se toma la decisión de trabajar con el Catálogo de Sismos Sentidos o Destruidores de Venezuela [5], ya que este, realiza una revisión de los Catálogos anteriores, como lo son: el catálogo del Ingeniero Centeno Graü Melchor (presentado en 1940) y el presentado por el Dr. Guillermo Zuloaga en 1969 (este último Catálogo, fue una revisión del presentado en el año de 1940, por el Ingeniero Centeno Graü, más los aportes que él hiciera antes de morir). Esta decisión también se toma en base a la valiosa fuente que representan dichos antecedentes, ya que son los únicos trabajos de investigación reconocidos en el país, y publicados por la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. También se utilizaron los registros sismológicos suministrados por FUNVISIS, haciendo notorio que a partir del año 2000 este organismo cuenta con una red sismológica mucho más amplia en todo el país.

Así mismo para articular y complementar la información del Catálogo, se utiliza el Sistema de Teleinformación de Sismología Histórica, que funciona vía Internet realizado por la Universidad de Los Andes [10] y se llevó a cabo revisión de diarios de circulación local [6] y entrevista no estructuradas a el Cronista de la ciudad Valencia [9], quien complementó la información que se tenía de algunos eventos sísmicos importantes.

En cuanto al periodo que se tomó para realizar la investigación, se tiene que el mismo será desde 1530 hasta enero de 2008, para tratar de ser consecuentes con la información del Catálogo de Sismos Sentidos o destructores en Venezuela [5].

En la segunda fase, utilizando técnicas de análisis de carácter cualitativo y cuantitativo del Catálogo obtenido para el estado Carabobo, en primer lugar: se extraen los datos que servirán para identificar los lugares o munici-

pios donde hubo mayor ocurrencia de sismos sentidos con magnitudes iguales o superiores a 4 en la escala de Richter, en periodos de 50 años y en segundo lugar: se obtendrán los lugares o municipios y sus correspondientes épocas donde se sintieron o produjeron los sismos de mayor repercusión en cuanto a desastres ocasionados. Es de hacer notar que la magnitud a la que se hará referencia en la tabla resumen a presentar, posiblemente no corresponda a la ciudad específica que se señala, sino que corresponderá a la latitud y longitud a la cual el catálogo hace referencia.

3. Análisis y Discusión de resultados

3.1. Sismos sentidos en el estado Carabobo desde 1530 hasta 2008

Esta información es entregada mediante un cuadro resumen, creado para este fin, los diferentes sismos se listaron en orden cronológico, donde la información es organizada tomando en cuenta los aspectos considerados en el Catálogo de Sismos Sentidos [5]:

- Fecha del Evento:
- Región geográfica.
- Hora local y hora universal.
- Magnitud del sismo: 1) Ms (magnitud de ondas superficiales), 2) Mb (magnitud de ondas de cuerpo en periodos intermedios), 3) Mw (magnitud de momento), 4) MI (magnitudes que no están acompañadas de una letra por carecer de ese dato); correspondiente a mediciones del ISC, (en sus siglas en inglés: Centro Internacional de Sismología de los Estados Unidos) o FUNVISIS.
- Intensidades: en escala de Mercalli, o Mercalli modificada
- Latitud geográfica del epicentro: ésta siempre es norte, salvo en casos excepcionales donde es sur; en este caso, el valor numérico se acompaña con una S.
- Longitud geográfica del epicentro: ésta siempre es oeste
- Profundidad focal: viene dada en Kilómetros; la designación de SUP, generalmente en los listados de Gutenberg y Richter, significan focos someros con profundidades inferiores a 60 Km.
- Comentarios o resumen corto: incluye; sistema de fallas, duración, eventos asociados, como fue percibido por la población, fuentes de la información (la misma se encuentra codificada, ejemplo: AAC: Archivo Arquidiocesano de Caracas).

No ha sido incluido el Catálogo de Sismos Sentidos en el Estado Carabobo, por limitación en su publicación.

3.2. Lugares o municipios de mayor ocurrencia de sismos sentidos, en periodos de 50 años

Del Catálogo de Sismos Sentidos en el estado Carabobo, se presenta la Tabla 1, en la cual se reportan los periodos de 50 años, entre 1530 y 2008, igualmente los lugares de ocurrencia de los sismos y la cantidad de eventos ocurridos, observando que el inicio de los eventos sísmicos según se conoce se dio a partir del año de 1801. Se puede señalar como hecho importante, que desde que se inició la historia sísmica en Venezuela, pasaron 270 años aproximadamente donde en Carabobo no se reportaron sismos, hecho este, que nos obliga a profundizar en la investigación. También se observa que a lo largo del tiempo, la mayor cantidad de sismos se han producido en: Valencia, Puerto Cabello, Guacara, Guigue, Mariara y Lago de Valencia.

Es importante señalar la fecha del 23 de marzo de 1812, donde se reportaron sucesos en casi todos los municipios del estado, siendo la ciudad de Valencia, lugar donde se presentaron los hechos más relevantes. También vale la pena resaltar, que en el último periodo, correspondiente a 1981–2008, los sismos se han incrementado en cantidad y los mismos se presentan básicamente hacia lo que se conoce en la actualidad como área metropolitana de Valencia, la cual abarca: la ciudad de Valencia, Naguanagua, los Guayos, San Diego y Guacara y se observan un aumento considerable del número de eventos sísmicos en las inmediaciones del lago de Valencia y la región de Guigue, (Figura 1 y Tabla 1).

3.3. Sismos más sentidos o de mayor repercusión en el estado Carabobo

Se determinaron los sismos de mayor repercusión con magnitudes de grado mayores a 4 o eventos extraordinarios, esto es representado en la Tabla 2, en donde se indica la fecha de los sismos, la localidad, la magnitud (esta magnitud corresponde de forma aproximada al epicentro del sismo) y un breve comentario. Se observar en la Tabla 2, que el registro de magnitudes de

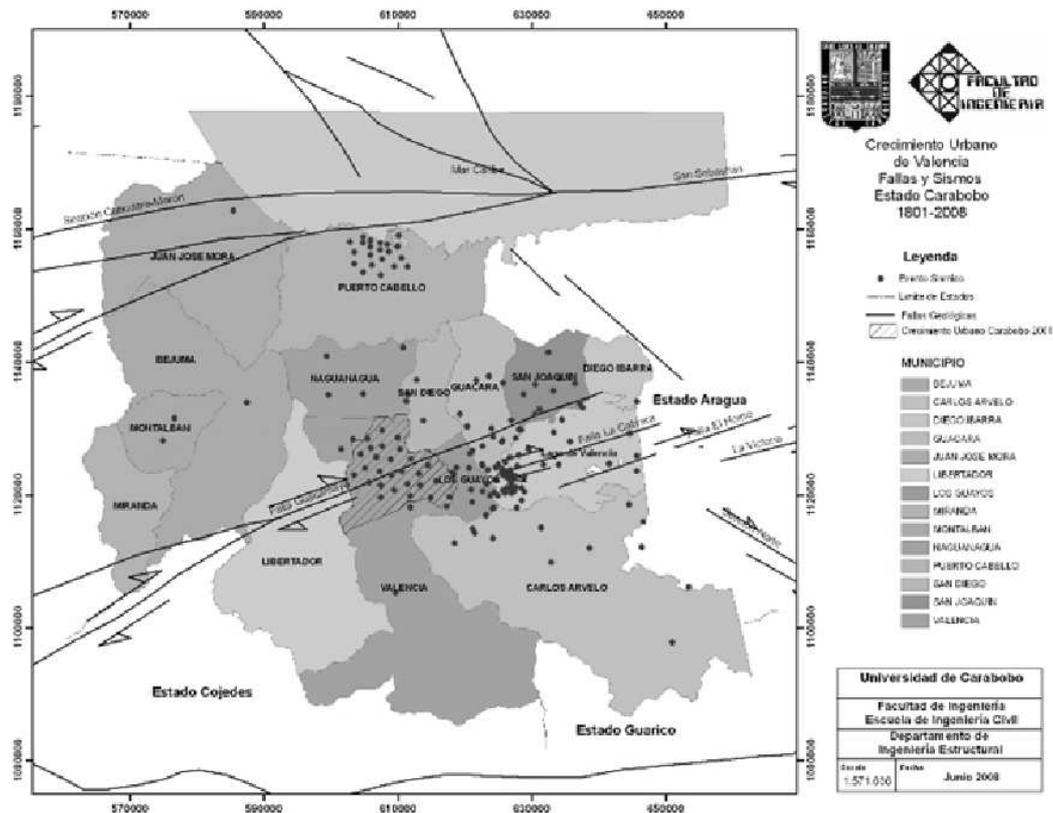


Figura 1: .Sistema de fallas y Sismos Sentidos del Estado Carabobo 1801–Enero 2008

Gutenberg y Richter comienza a partir del año de 1940, también se desprende en este análisis, que el sismo de 1641 cuya pérdida mayor (daños materiales y humanos) se produjo en Caracas, Cúa y la Guaira, también se sintió fuertemente en Valencia, generando daños, como el desplome (sin aclarar si fue total o parcial) de La Catedral de Valencia [7]. Otro sismo de importancia fue el ocurrido en abril de 1812 el cual ha sido ampliamente analizado y en el que resultan según Altez, 2006 [1] las siguientes intensidades en la escala de Mercalli Modificada: VII para Puerto Cabello, VI en Los Guayos, San Joaquín, Montalbán, Guigue, Guacara, Naguanagua), y V en Valencia. Es notorio igualmente el sismo que se siente en Puerto Cabello en Abril de 1957, con una duración de 30 segundos, ya que este, fue un sismo destructor en Colombia, con un registro de Magnitud 7,1 en la escala de Richter.

El Catálogo de Sismos Sentido reporta un sismo, el 29 de julio de 1967, el cual fue, fuertemente sentido en Puerto Cabello y produjo en la población de Guigue, inestabilidad de terrenos en Costa sur del Lago de Valencia, sufriendo también deslizamiento en dirección norte y sumergimiento. Es importante señalar que este mismo evento se sintió muy fuerte en la Ciudad de Cara-

cas, donde destruyó y colapso varios edificios. También debe señalarse que en los Catálogos consultados no se reporta que fuera sintió en la ciudad de Valencia, por lo que se investigó este evento más a fondo, encontrándose que en la ciudad de Valencia, según el Cronista de la Ciudad [9] se vivió pánico, hubo elementos estructurales dañados y una persona fallecida; también se consultó la prensa local, específicamente el diario el Carabobeño quien también dio cuenta del hecho [6], corroborando lo dicho por el cronista de la ciudad.

A partir del año de 1989 hasta el año de 1997, solo se registraron temblores débiles y medianamente fuertes, en su mayoría en las cercanías al Lago de Valencia, sin pérdida de vidas humanas o materiales, ver Tabla 2.

4. Conclusiones

El Catalogo de sismos sentidos obtenido para el estado Carabobo, es una herramienta indispensable para la determinación de la amenaza sísmica, ya que la evaluación de la misma es el primer paso en la evaluación del riesgo sísmico, y una buena estimación de esta, minimiza las pérdidas de vidas, los daños a las edificaciones y a la propiedad e interrupción a la vida económica y so-

Tabla 2: Sismos de mayor repercusión en el Estado Carabobo. Las magnitudes corresponden a los epicentros

Fecha	Localidad	MAGNITUD mb/Ms o INTENSIDAD MM	Comentario
1641	VALENCIA	-	Sin embargo, se ha sabido (Cubillán, 2005) que la catedral de Valencia (obra de mampostería) sufrió desplome (sin aclarar si fue total o parcial)
23/03/1812	VALENCIA PUERTO CABELLO LOS GUAYOS SAN JOAQUIN MONTALBAN GUIGUE GUACARA NAGUANAGUA	VII (Puerto Cabello) VI (Los Guayos, San Joaquín, Montalbán, Guigue, Guacara	Las personas de la época lo consideran el gran terremoto del jueves santo. Las construcciones de la época se vinieron abajo, casa, cúpulas de iglesias (construcciones en su mayoría de caña amarga)
1830	PUERTO CABELLO		Edificios de la época destruidos
29/10/1900	VALENCIA		Dos temblores, el segundo hizo cundir el pánico. Afectó otras regiones: Macuto, Higuero; hubo grandes daños allí y víctimas
23/06/1940	VALENCIA GUACARA	5.5	Primera medición según Gutenberg y Richter. Inmuebles agrietados en Valencia, en Guacara no hubo daños
18/08/1950	VALENCIA GUIGUE	6.4	Fue un fuerte temblor y larga duración
21/04/1957	PUERTO CABELLO	7,1	Fuerte sacudida, duración 30 s.
20/07/1957	PUERTO CABELLO GUIGUE	4.0b 6.5S	Fuertemente sentido Puerto Cabello. Inestabilidad de terrenos en costa sur del Lago de Valencia
11/12/1977	PUERTO CABELLO VALENCIA	5.5b	Temblor sentido en centro de Puerto Cabello. Especialmente sentido en Trigal, Guaparo, Lomas del Este, La Isabelica
02/12/1980	PUERTO CABELLO	4,1b	Fuerte temblor de tierra, pánico entre la población, no hubo daños.
30/04/1989	VALENCIA PUERTO CABELLO MORÓN	5.7 FUNVISIS	Daños leves en el área de Valencia, No se reportaron pérdidas humanas. Fuertemente sentido en Puerto Cabello y Morón.

cial. Igualmente conociendo la historia sísmica de una región, se pueden estimar los periodos de recurrencia de temblores de cierta magnitud y evaluar, de esta manera, la posibilidad de ocurrencia de un nuevo sismo.

En los últimos 50 años se ha incrementado la ocurrencia de sismos sentidos en el estado Carabobo, en especial en los municipios donde se presenta una tenden-

cia de crecimiento poblacional; estos municipios son: Valencia, Puerto Cabello, Guacara, Los guayos, San Joaquín, Diego Ibarra, y Carlos Arvelo. También es importante señalar, que este incremento de sismos en las zonas, guarda relación directa con el sistema de fallas geológicas que los atraviesan.

En relación a los eventos de mayor repercusión, se

tiene que el sismo más importante registrado en el estado Carabobo, ha sido el terremoto del 23 de abril de 1812, por la cantidad de víctimas y las pérdidas materiales asociadas. Esto permite concluir que el avance en tecnologías constructivas ha ayudado a mitigar y contrarrestar los efectos de los movimientos sísmicos más recientes, situación que no pudo evitarse en otras épocas.

Mediante la realización de este estudio, se encontró, que el Catálogo de Sismos Sentidos de Venezuela [5], no refleja algunos eventos sísmicos que se sintieron con fuerza en la ciudad de Valencia, tal es el caso del sismo del 29 de julio de 1967, el cual, cobró una víctima y causó daños a estructuras en la ciudad de Valencia.

En el estado Carabobo, aproximadamente desde el año 1995 hasta Enero de 2008, se han presentado sismos leves o con magnitudes de grado inferior a 4 en la escala de Richter, los mismos se ubican en su mayoría, en las cercanías al Lago de Valencia, razón que pudiera tener origen en las fallas geológicas que lo atraviesan.

Tabla 1: Municipios y cantidad de eventos sísmicos ocurridos en periodos de 50 años, desde 1530 hasta 1997

Período	Lugar (Municipios)	Cantidad de eventos ocurridos
1530–1580	-	-
1580–1630	-	-
1630–1680	(1641) VALENCIA	1
1680–1730	-	-
1730–1780	-	-
1780-1830	(1812) PUERTO CABELLO	4
	(1812) VALENCIA	1
	(1812) LOS GUAYOS	1
	(1812) SAN JOAQUIN	1
	(1812) MONTALBAN	1
	(1812) GUIGUE	1
	(1812) GUACARA	1
1830–1880	PUERTO CABELLO	1
	VALENCIA	2
1881–1930	PUERTO CABELLO	6
	VALENCIA	12
	MONTALBAN	1
	GUIGUE	1
1931–1980	SAN JOAQUIN	1
	NAGUANAGUA	2
	LAGO DE VALENCIA	1
	GUIGUE	1
	PUERTO CABELLO	8
1981–2008	VALENCIA	13
	GUACARA	1
	SAN JOAQUIN	1
	NAGUANAGUA	2
	LAGO DE VALENCIA	1
	GUIGUE	1
	PUERTO CABELLO	3
	VALENCIA	9
	MORON	1
	MARIARA	1
NAGUANAGUA	1	
GUACARA	15	
LAGO DE VALENCIA	46	
SAN JOAQUIN	6	
LOS GUAYOS	8	
SAN DIEGO	2	
GUIGUE	9	
LIBERTADOR	1	

Referencias

- [1] Altez, R. (2006). «El desastre de 1812 en Venezuela: sismos vulnerabilidades y una patria no tan boba». Fundación Empresas Polar. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas
- [2] Audemard, F. (1999). «Trench investigation along the Mérida section of the Boconó fault (central Venezuelan Andes), Venezuela». *Tectonophysics*, Elsevier ed., 308 (1999): 1-21.
- [3] Rodríguez, José. (2004). «Breve historia de la sismología en Venezuela». Disponible: <http://www.funvisis.gob.ve>. Consulta: Octubre 20, 2007.
- [4] Centeno, Grau. (1969). «Estudios sismológicos. Ministerio de Obras Públicas y Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales». 2da edición, Caracas.
- [5] Grases, J., Altez, R. y Lugo M. (1999). «Catálogo de sismos sentidos o destructores de Venezuela 1530- 1998». Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Editorial, Innovación Tecnológica, Caracas. 654p.
- [6] González, P. L. (1967, julio 30). Violento sismo sacudió anoche a Venezuela. Terror en Carabobo. *El Carabobeño*, p.A1.
- [7] Hernández, Julio (2009). «Revisión de la sismicidad y modelo sismogénico para actualización de las evaluaciones de amenaza sísmica en la región norcentral de Venezuela» IX Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica. Caracas, 19 al 22 de Mayo de 2009.
- [8] Méndez, José. (2006). *Geología Física*. Instituto de ciencias de la tierra. Universidad Central de Venezuela.
- [9] Mujica, Guillermo. *Cronista de la Ciudad de Valencia*. Conversación telefónica, Octubre, 18, 2007
- [10] Palme et al. (2002). «Sismología histórica de Venezuela». Disponible: <http://sismicidad.hacer.ula.ve>, Consulta: Julio 04, 2007
- [11] Rodríguez, J. A. 2003. Günther Fiedler, pionero de la sismología instrumental en Venezuela. *Simp. Constructores de la Ciencia Latinoamericana*. SOC. Latinoamericana de Historia y Sociología de la Ciencia. Guanajuato, México. (Resumen)
- [12] Rodríguez, J. A. & Audemard, F. (2003). Sobrestimaciones y limitaciones en los estudios de sismicidad histórica con base en casos venezolanos. *Revista Geográfica Venezolana*. Instituto. de Geografía y Conservación de Rec. Naturales. Universidad de Los Andes, Mérida. 44(1)2003:47-75.
- [13] Rodríguez José. (2004). Breve Historia de la Sismología en Venezuela. *Jornadas de Sismología Histórica*. Artículo en línea. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. <http://www.funvisis.gob.ve>
- [14] Schubert, C. (1982). *Los terremotos en Venezuela*. Cuadernos Lagoven, Caracas.
- [15] Singer, A. (1999). Evaluación retrospectiva de los efectos geológicos destructores del Terremoto de 1610 en los andes venezolanos por medio de la confrontación de testimonios del siglo 17 y de observaciones de campo actuales. *Revista Geográfica Venezolana*. Inst. de Geografía y Conservación de Rec. Naturales. Univ. de Los Andes, Mérida. 39-1988(1 y 2):289-292.