

NOTAS HISTÓRICAS Y GEOGRÁFICAS

Artículos

**Contribución a la historia sísmica de la sierra sur de Ecuador: estudio
macrosísmico de los terremotos del 29 de junio de 1887 y del 5 de septiembre de
1893**

**Contribution to the seismic history of the southern Andes of Ecuador:
macroseismic study to the earthquakes of June 29, 1887 and September 5, 1893**

Juan Jiménez-Pacheco

Universidad de Cuenca, Ecuador

juan.jimenez@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8977-9879>

Pablo Molineros Calle

Universidad de Cuenca, Ecuador

pabloj.molineros@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-1269-5620>

Mariela Rojas Merchán

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

mfrojas@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-0829-5807>

Jaime Bojorque Ñiguez

Universidad de Cuenca, Ecuador

jaime.bojorque@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2847-9669>

Andrea Pacheco B.

Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador

anpachecoba@uide.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0930-5148>

Recibido el 08 de agosto del 2024 Aceptado el 02 de octubre del 2024

Páginas 10-49

Financiamiento: La investigación fue financiada por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Cuenca.

Conflictos de interés: Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Resumen

Los estudios de sismología histórica en el Ecuador se han ocupado mayormente de la sierra centro y norte del país. Este trabajo, enmarcado en un proyecto de revisión de la sismicidad histórica del Azuay, se enfocó en el estudio macrosísmico de los dos terremotos más intensos en la historia sísmica conocida de la provincia: los ocurridos el 29 de junio de 1887 y el 5 de septiembre de 1893. Se abordaron tres aspectos: 1) investigación histórica, 2) valoración de la información macrosísmica, y 3) análisis macrosísmico de los terremotos. En cuanto a la investigación histórica, se hizo énfasis en el trabajo hemerográfico. Del análisis macrosísmico se obtuvieron tres resultados por cada uno de los terremotos: a) identificación de su patrón de secuencia sísmica, b) área epicentral aproximada, y c) valoración de su intensidad máxima. El resultado más importante, es la revaloración de la intensidad máxima del terremoto de 1893 en IX–X (escala EMS-98), lo cual significa un incremento en alrededor de dos grados respecto de aquella que consta

en el catálogo sísmico histórico del país. Se consideró pertinente empezar con una revisión crítica del estado de la sismología histórica en América del Sur y el Ecuador.

Palabras clave: Terremotos históricos, análisis macrosísmico, escalas de intensidad sísmica, área epicentral, Ecuador.

Abstract

Historical seismology studies in Ecuador have primarily focused on the central and northern highlands of the country. This work, framed within a project to review the historical seismicity of Azuay, concentrated on the macrosismic study of the two most intense earthquakes in the known seismic history of the province: those that occurred on June 29, 1887, and September 5, 1893. The following three aspects were addressed: 1) historical research, 2) assessment of macrosismic information, and 3) macrosismic analysis of the earthquakes. Regarding historical research, emphasis was placed on

newspaper archives. The macroseismic analysis obtained three results for each earthquake: a) identification of their seismic sequence pattern, b) approximate epicentral area, and c) assessment of their maximum intensity. The most significant result was the reassessment of the maximum intensity of the 1893 earthquake at IX–X (EMS-98 scale), representing an increase of about two

degrees compared to that recorded in the country's historical seismic catalog. It was deemed pertinent to begin with a critical review of the state of historical seismology in South America and Ecuador.

Keywords: Historical earthquakes, macroseismic analysis, seismic intensity scales, epicentral area, Ecuador.

1. Los estudios de sismología histórica en América del Sur: una breve revisión crítica

El estudio de la sismicidad en un espacio territorial determinado, entendido como la búsqueda de regularidades y correlaciones entre variables sismológicas y de carácter tanto espacial como temporal de la actividad sísmica (v.g. nidos sísmicos, períodos de recurrencia, leyes de atenuación), constituye uno de los ámbitos fundamentales de la sismología. El momento de la puesta en operación de una red sismológica para el monitoreo de la sismicidad demarca cronológicamente a esta disciplina científica en sismología histórica (o pre-instrumental) y sismología instrumental. A su vez, la sismología histórica, dependiendo del tipo de fuentes de información sobre las que opera, ha encontrado tres formas de aproximarse a los sismos del pasado¹. La sismología propiamente histórica lo hace a través de documentos (v.g. cartas, oficios, periódicos, mapas); la paleosismología, de las huellas geomorfológicas y geológicas dejadas por los sismos^{2, 3}; finalmente, la arqueología sísmica o arqueosismología, a través de yacimientos y monumentos arqueológicos⁴.

¹ R. Caputo y B. Helly, "The use of distinct disciplines to investigate past earthquakes", *Tectonophysics* 453, no. 1 (2008): 7-19.

² Franck Audemard, "Contribución de la paleosismología a la sismicidad histórica: los terremotos de 1610 y de 1894 en los Andes venezolanos meridionales", *Revista Geográfica Venezolana* 39 (1998): 87-105.

³ Franck Audemard, *Cinco décadas de búsqueda de la huella geológica de los sismos pre-históricos en Venezuela: una actualización* (Caracas: Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas –FUNVISIS–, 2020)

⁴ Miguel Rodríguez-Pascua, Pablo G. Silva, J. Giner-Robles, Raúl Pérez-López, María A. Perucha y F. Martín-González, "Arqueosismología: Una nueva herramienta para la sismología y la protección del patrimonio", *Revista Otariq: Otras Arqueologías* 151 (2017): 151-169.

En el contexto de la sismología histórica, el estudio de la sismicidad histórica persigue la caracterización de los terremotos históricos con base en la severidad de sus efectos, mediante un parámetro cualitativo: la intensidad macrosísmica (sección 4.2). Más allá de este objetivo inmediato, el fin de los estudios de sismicidad histórica reside en la actualización de la amenaza sísmica de una región o de todo un país, plasmada en términos de mapas de amenaza sísmica. Dichos mapas zonifican el espacio territorial regional (o nacional) según la aceleración máxima en roca esperada ante terremotos con diferentes períodos de retorno (v.g. 50, 100, 500, 1000 años). A escala de ciudad, conocida su nivel de amenaza sísmica, con información complementaria, como la clasificación dinámica de sus tipos de suelo, se diseñan las estructuras e infraestructuras para enfrentar escenarios sísmicos, planes de ordenamiento territorial, se llevan a cabo planes de reducción de la vulnerabilidad (física y/o socioeconómica), de gestión del riesgo sísmico, etc. Es crucial que todo este circuito de estudios y planes se cierre y se actualice continuamente si se espera que las ciudades expuestas a amenaza sísmica sean, de verdad, sostenibles y resilientes.

Si bien, la estrategia general para enfrentar la amenaza sísmica consiste en la mitigación de sus efectos, supone también, como tarea implícita, la mejora continua de su conocimiento. En este contexto, la sismología histórica, sobre todo en aquellos países con historia sísmica poco conocida, tiene todavía mucho que decir. Por lo tanto, la sismología y la ingeniería sísmica deben asumir este reto. Desde la caracterización de un terremoto histórico (o de un conjunto de terremotos históricos) en términos de intensidad macrosísmica hasta la actualización de mapas de amenaza sísmica (resultado de un estudio de amenaza sísmica) resta todavía un largo camino. A manera de hitos, la serie de estudios por realizar es la siguiente: 1) Establecimiento de modelos de atenuación, 2) caracterización de los terremotos en términos de localización, magnitud y profundidad, 3) actualización del catálogo sísmico histórico e integración con el catálogo sísmico instrumental, 4) puesta a punto del catálogo sísmico unificado. En cuanto a los métodos de caracterización de terremotos, entre los más utilizados están los de *Bakun y Wenworth*⁵, *Gasperini et al.*⁶, *Musson y Jiménez*⁷. La base algorítmica de tales métodos constituye el modelo de atenuación de intensidad; consistente en una fórmula (de correlación entre intensidad, magnitud y distancia epicentral o hipocentral), que se establece a partir de una rigurosa

⁵ W. H. Bakun y C. M. Wentworth, "Estimating earthquake location and magnitude from seismic intensity data", *Bulletin of the Seismological Society of America* 89, no. 2 (1999): 557.

⁶ P. Gasperini, G. Vannucci, D. Tripone, y E. Boschi, "The Location and Sizing of Historical Earthquakes Using the Attenuation of Macroseismic Intensity with Distance", *Bulletin of the Seismological Society of America* 100 (2010): 2035-2066.

⁷ R. Musson, M.J. Jiménez y A.A. Gómez Capera, "Earthquake parameter estimation from historical macroseismic data", *Seismological Research Letters* 79, no. 2 (2008): 313.

caracterización de terremotos contemporáneos registrados instrumentalmente en la región de interés.

Un catálogo sísmico histórico (CSH), es una base de datos que contiene en sus registros el detalle del estado de caracterización de los terremotos históricos de una región/país; constituye, entonces, una síntesis de su historia sísmica o, más precisamente, de su sismicidad pre-instrumental. Dado que el fenómeno de propagación de las ondas sísmicas no atiende a fronteras y que el contexto sismotectónico al cual responde una sismicidad regional supera la escala de país, se han desplegado importantes esfuerzos de cooperación para elaborar CSHs de cobertura continental y mundial. En Sudamérica, fue el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), instituido en 1966 con apoyo de la UNESCO, el que impulsó el primer esfuerzo de CSH sudamericano⁸. Tal esfuerzo, encauzado a través del proyecto SISRA⁹, cristalizó en el conocido CSH-1985 del CERESIS¹⁰, el cual, en poco tiempo, en el marco del proyecto GSHAP, Global Seismic Hazard Assessment Program¹¹ tuvo su versión actualizada: el CSH-1995 del CERESIS¹². Finalmente, entre 2013 y 2015, en el marco del proyecto South America Risk Assessment (SARA; <https://sara.openquake.org/>), programa regional promovido por la Fundación Global Earthquake Model (GEM; www.globalquakemodel.org), se llevó adelante la última actualización del CSH sudamericano. Además de los CSHs del CERESIS, se consideraron otros dos CSHs continentales, los CSHs de ocho países (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela, Argentina, Chile y Perú) y 34 estudios de caracterización de terremotos históricos, varios de ellos con un alcance significativo. En lo que concierne a Ecuador, los trabajos de *Beauval et al.*^{13, 14}, con 18 y 12 datos sísmicos aportados, respectivamente. Dado que el objetivo principal fue el de alcanzar un CSH homogenizado

⁸ Alberto Giesecke, Antonio Gómez-Capera, Ilaria Leschiutta, Elena Migliorini, y Leandro Rodriguez, “The CERESIS Earthquake Catalogue and Database of the Andean Region: Background, Characteristics and Examples of Use”, *Annals of Geophysics* 47, no. 2 (2004): 421-435.

⁹ Alberto Giesecke, “A Program for the Mitigation of Earthquake Effects in the Andean Region (Project Sira)”, en *Natural and Man-Made Hazards*, eds. M.I. El-Sabh y T.S. Murty (Conferencia presentada en “Natural and Man-Made Hazards”, 3-9 de agosto de 1988, Québec, Canadá), 781-786.

¹⁰ CERESIS, Centro Regional de Sismología para América del Sur, *Earthquake Mitigation Program in the Andean Region (SISRA Project)*, 14 vols. (Lima: CERESIS, 1985).

¹¹ D. Giardini, “The Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP)-1992/1999”, *Annali di Geofisica* 42 (1999).

¹² CERESIS, Centro Regional de Sismología para América del Sur, *Catalogue for South America and the Caribbean* (CERESIS, 1995).

¹³ Celine Beauval, Hugo Yepes, W. H. Bakun, José Egred, Alexandra Alvarado y Juan-Carlos Singaicho, “Locations and magnitudes of historical earthquakes in the Sierra of Ecuador (1587-1996)”, *Geophysical Journal International* (2010).

¹⁴ Céline Beauval, Hugo Yepes, Pablo Palacios, Monica Segovia, Alexandra Alvarado, Yvonne Font, Jorge Aguilar, Liliana Troncoso y Sandro Vaca, “An Earthquake Catalog for Seismic Hazard Assessment in Ecuador”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 103, no. 2A (2013): 773-786.

en términos de magnitud M_w , en el marco del trabajo se propusieron nuevos modelos de atenuación y fórmulas de correlación entre magnitud e intensidad máxima. El trabajo de compilación y revisión crítica de las distintas fuentes abarcó una ventana temporal de 1513 a 1963, logrando un CSH homogenizado de 2556 terremotos. Además, de mucho interés resultan los “subproductos” obtenidos: 1) 1766 eventos cuya información disponible no permite una evaluación confiable de su magnitud, 2) 227 eventos identificados, sin información de magnitud ni de intensidad macrosísmica, ya que representan un campo abierto para la investigación en sismología histórica. En *Gómez-Capera et al.*^{15, 16} pueden encontrarse los detalles de lo que aquí se ha resumido; el CSH se encuentra disponible en la dirección https://sara.openquake.org/hazard_rt4.

Salvo el caso de Perú, que cuenta con evidencias de paleosismología y arqueosismología de terremotos prehispánicos en la ciudad de Cusco¹⁷, la historia sísmica conocida (catalogada) de Sudamérica empieza con la llegada de los españoles. En el caso de Ecuador, por ejemplo, su CSH inicia en 1541. En cambio, la historia sísmica de los países europeos incluye buena parte de la época medieval, lo cual ha posibilitado que, en la actualidad, el CSH europeo cubra la ventana temporal de 1000 a 1899¹⁸. Esta ventana temporal más amplia responde a su más fuerte y mejor conservada tradición escrita, hecho que, a su vez, es causa y efecto de dos situaciones deseables: primero, un mayor interés por parte de cronistas e historiadores, en épocas sucesivas, en el registro de los efectos de terremotos destructivos^{19, 20}; segundo, en un contexto más contemporáneo (desde inicios del siglo XX), un mayor involucramiento de los historiadores en la revisión de la sismicidad histórica y la actualización de CSHs. A este último respecto, la literatura muestra, en efecto, la mayor relevancia que ha tenido en Europa el rol de los historiadores en proyectos con tales fines

¹⁵ Augusto Gómez-Capera, Massimiliano Stucchi, Monica Arcila, M. Bufaliza, José Choy, Estela Minaya, L. Leyton, Marlon Pirchiner, Herbert Rendón, L. Rodríguez, Ana Milena Sarabia, H. Tavera, y Hugo Yepes, “Updated Earthquake Catalogue for South America: Time Window Pre-1964” (2017).

¹⁶ Augusto Gómez-Capera, M. Stucchi, L. Rodríguez, M. Arcila, M. Bufaliza, J. Choy, E. Minaya, L. Leyton, M. Pirchiner, H. Rendón, A. Sarabia, H. Tavera, y H. Yepes, “Catálogo de terremotos de América del Sur homogeneo en M_w para el periodo pre-1964”, GEOS 40, no. 2 (2020).

¹⁷ Lorena Rosell, Carlos Benavente, Swann Zerathe, Sam Wimpenny, y Enoch Aguirre, “Holocene Earthquakes on the Tambomachay Fault near Cusco, Central Andes”, Tektonika 1, no. 2 (2023): 140-157.

¹⁸ Andrea Rovida, Andrea Antonucci, y Mario Locati, “The European Preinstrumental Earthquake Catalogue EPICA, the 1000–1899 catalogue for the European Seismic Hazard Model 2020”, Earth System Science Data 14 (2022): 5213-5231.

¹⁹ Gianluca Valensise, Paola Vannoli, Pierfrancesco Burrato, y Umberto Fracassi, “From Historical Seismology to seismogenic source models, 20 years on: Excerpts from the Italian experience”, Tectonophysics 774 (2020): 1-45.

²⁰ Friedrich Barnikel y Mark Vetter, “Earthquakes in History – Ways to Find out About the Seismic Past of a Region”, Earthquake Research and Analysis – Seismology, Seismotectonic and Earthquake Geology (2012): 1-20.

tanto a escala continental^{21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29}, como a escala nacional^{30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37},

²¹ Ute Eisinger, Rudolf Gutdeutsch, y Christa Hammerl, “Historical Earthquake Research – An Example of Interdisciplinary Cooperation between Geophysicists and Historians”, en *Historical Earthquakes in Central Europe*, vol. 1 (1992): 33-50.

²² Emanuela Guidoboni y Massimiliano Stucchi, “The contribution of historical records of earthquakes to the evaluation of seismic hazard”, *Annals of Geophysics*, 36 (1993).

²³ Massimiliano Stucchi, “Recommendations for the compilation of a European parametric earthquake catalogue, with especial reference to historical records”, en *Ec Project “RHISE: Review of Historical Seismicity in Europe, 1989-1993”*, vol. 2 (Milán, Italia: Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico, 1994).

²⁴ Massimiliano Stucchi y Romano Camassi, “Building up a parametric earthquake catalogue in Europe: The historical background”, en *Historical and Prehistorical Earthquakes in the Caucasus*, eds. Domenico Giardini y Sergiei Balassanian (Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers, 1997), 357-374.

²⁵ Andrea Rovida, Andrea Antonucci, y Mario Locati, “The European Preinstrumental Earthquake Catalogue EPICA, the 1000–1899 catalogue for the European Seismic Hazard Model 2020”, *Earth System Science Data* 14 (2022): 5213-5231.

²⁶ Alberto Giesecke, “A Program for the Mitigation of Earthquake Effects in the Andean Region (Project Sistra)”, en *Natural and Man-Made Hazards*, eds. M.I. El-Sabh y T.S. Murty (Conferencia presentada en “Natural and Man-Made Hazards”, 3-9 de agosto de 1988, Québec, Canadá), 781-786.

²⁷ John B. Shepherd, James G. Tanner, Carol McQueen y Lloyd Lynch, “Seismic Hazard in Latin America and the Caribbean: Final Report; Volume 5, Seismic Hazard Maps for the Caribbean” (1997).

²⁸ Alberto Giesecke, Antonio Gómez-Capera, Ilaria Leschiutta, Elena Migliorini y Leandro Rodríguez, “The CERESIS earthquake catalogue and database of the Andean Region: background, characteristics and examples of use”, *Annals of Geophysics* 47, n.º 2 (2004): 421-435.

²⁹ Augusto Gómez-Capera, M. Stucchi, L. Rodríguez, M. Arcila, M. Bufaliza, J. Choy, E. Minaya, L. Leyton, M. Pirchiner, H. Rendón, A. Sarabia, H. Tavera, y H. Yepes, “Catálogo de terremotos de América del Sur homogéneo en Mw para el periodo pre-1964”, *GEOS* 40, no. 2 (2020).

³⁰ Emanuela Guidoboni, Alberto Comastri y Giusto Traina, *Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century* (Roma, Italia: Istituto Nazionale di Geofisica, 1994).

³¹ Monika Gislér, “Historical Seismology in Switzerland: Reflections on Issues and Insights”, *Environment and History*, vol. 9, no. 2 (2003): 215-237.

³² Romano Camassi, “Catalogues of historical earthquakes in Italy”, *Annals of Geophysics*, vol. 47 (2004): 645-657.

³³ Friedrich Barnikel y Mark Vetter, “Earthquakes in History – Ways to Find out About the Seismic Past of a Region”, en *Earthquake Research and Analysis – Seismology, Seismotectonic and Earthquake Geology*, 1 (2012): 1-20.

³⁴ Hervé Jomard, Oona Scotti, Samuel Auclair, Pascal Dominique, Kévin Manchuel y Déborah Sicilia, “The SISFRANCE database of historical seismicity. State of the art and perspectives”, *Comptes Rendus. Géoscience*, vol. 353, no. S1 (2022): 257-280.

³⁵ Raúl Madariaga, “Sismicidad de Chile”, *Física de la Tierra*, vol. 10 (1998): 221-258.

³⁶ Hernando Tavera, *Catálogo Sísmico del Perú 1471–1982* (Lima, Perú: Instituto Geofísico del Perú, Dirección de Sismología, 2001).

³⁷ Armando Espinoza, Antonio Gómez-Capera y Elkin Salcedo, “State of the art of the historical seismology in Colombia”, *Annals of Geophysics*, vol. 47 (2004): 437-449.

38, 39, 40, 41, 42

No obstante, el caso venezolano merece una atención particular. El terremoto de Caracas (29 de julio de 1967) suscitó un cambio sustancial en las políticas de investigación de la sismicidad del país. FUNVISIS, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, creada en 1972, asumió el reto de reorientar y fortalecer la investigación sismológica, y lo hizo apostando fuertemente a la articulación con la universidad y al trabajo interdisciplinar⁴³. Desde su creación, ha sido patente un compromiso serio con la mejora continua de su catálogo sísmico; dos hitos destacables en tal proceso constituyen el Sistema de Teleinformación de Sismología Histórica Venezolana⁴⁴ y el Catálogo de sismos sentidos o destructores, Venezuela 1530 – 1998⁴⁵. Finalmente, para la compilación documental del catálogo sísmico venezolano actual se conformó un equipo multidisciplinar de antropólogos, historiadores y sismólogos de FUNVISIS y las universidades Central de Venezuela y Los Andes⁴⁶. Si bien el trabajo se ocupó de los terremotos ocurridos a partir de 1900, el documento obtenido⁴⁷, que tiene un alcance mayor al de, propiamente, un catálogo, plasma muy bien la sinergia lograda, facilitando con ello la investigación futura no sólo en el campo sismológico, sino en diferentes aspectos de interés para las ciencias sociales.

³⁸ Cinna Lomnitz, “Major Earthquakes of Chile: A Historical Survey, 1535-1960”, *Seismological Research Letters*, vol. 75, no. 3 (2004): 368-378.

³⁹ Francisco Rivadeneira, Mónica Segovia, Alexandra Alvarado, José Egred, Liliana Troncoso, Sandra Vaca y Hugo Yepes, *Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador* (Ecuador: Corporación Editora Nacional, 2007).

⁴⁰ Céline Beauval, Hugo Yepes, Pablo Palacios, Monica Segovia, Alexandra Alvarado, Yvonne Font, Jorge Aguilar, Liliana Troncoso y Sandro Vaca, “An Earthquake Catalog for Seismic Hazard Assessment in Ecuador”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 103, no. 2A (2013): 773-786.

⁴¹ Ranjit Das, Gabriel Gonzalez, Juan Carlos de la Llera, Esteban Saez, Pablo Salazar, Juan Gonzalez y Claudio Meneses, “A probabilistic seismic hazard assessment of southern Peru and Northern Chile”, *Engineering Geology* 271 (2020): 105585.

⁴² Julián Montejo, Mónica Arcila, David Zornosa, “Integrated Seismic Catalog for Colombia”, *Boletín Geológico*, vol. 50, no. 1 (2023): 5-17.

⁴³ José Rodríguez, Alejandra Leal-Guzmán, “Catálogos sísmicos venezolanos: estado del arte”, en *Territorio, Recursos Naturales y Ambiente: hacia una historia comparada*, coord. Celina Lértora Mendoza (Argentina: Ediciones FEPAI: Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano, 2013), 279-311.

⁴⁴ *Ibidem*.

⁴⁵ José Grases, Rogelio Altez, Miguel Lugo, *Catálogo de sismos sentidos o destructores, Venezuela 1530 – 1998* (Caracas, Venezuela: Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Universidad Central de Venezuela, 1999).

⁴⁶ José Rodríguez, Alejandra Leal-Guzmán, “Catálogos sísmicos venezolanos: estado del arte”, en *Territorio, Recursos Naturales y Ambiente: hacia una historia comparada*, coord. Celina Lértora Mendoza (Argentina: Ediciones FEPAI: Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano, 2013), 279-311.

⁴⁷ FUNVISIS: Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, *Catálogo Sismológico Venezolano del Siglo XX*, coordinado por Rogelio Altez y José Rodríguez (Caracas, Venezuela: Gobierno Bolivariano de Venezuela, 2009).

2. Reseña sobre los estudios de sismología histórica en Ecuador

La sismología instrumental y el estudio de la sismicidad instrumental arrancan en Ecuador a inicios de 1990 con la puesta en operación de la Red Nacional de Sismógrafos. El Instituto Geofísico, centro adscrito a la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN, Quito), gestiona y mantiene la operatividad de dicha red, y a partir de los registros de sus sismógrafos monitorea la actividad sísmica del país. Un recorrido histórico, que inicia en los 80's con la instalación de las primeras estaciones sismográficas y cierra con una descripción de la cobertura y estado actual de la red de estaciones, puede encontrarse en la siguiente página web: <https://www.igepn.edu.ec/red-nacional-de-sismografos>.

En lo tocante a la sismología histórica, el primer hito de importancia fue el dejado por Teodoro Wolf en su *Crónica de los Fenómenos Volcánicos y Terremotos en el Ecuador*⁴⁸, publicada en 1873. Muchos años después, en 1959, el Observatorio Astronómico de Quito publicó *Breve Historia de los Principales Terremotos en la República del Ecuador*⁴⁹, trabajo menos ambicioso que el de Wolf, pero que incluía un mapa sismológico y presentaba una primera tentativa de caracterización (en términos de intensidad y magnitud) de los terremotos compilados. En los 80's, con los trabajos de Roberto Arellano y los de José Egred (Escuela Politécnica Nacional, Quito), los estudios de sismicidad histórica cobraron vigor y se encauzaron hacia la caracterización de los terremotos históricos⁵⁰. De hecho, fue Egred, en 1985, en el marco del proyecto SISRA – *Catálogo de Terremotos para América del Sur*⁵¹, uno de los responsables en la elaboración del Volumen 6, dedicado a Ecuador; a partir de este catálogo de sismicidad histórica, se ofrece una versión actualizada en 1990. En el año 2000, publicó un trabajo modélico sobre el terremoto de Riobamba (4 de febrero de 1797), el más destructivo que ha sufrido Ecuador en su historia sísmica conocida. Hasta 2010, año en que se jubila, Egred mantuvo un trabajo sostenido de estudio de la sismicidad histórica dejando, en el 2009, una versión actualizada del CSH del país. A renglón seguido, Singaicho refinó el trabajo de Egred, revaluando varios terremotos históricos y homogenizando el CSH en términos de intensidades EMS-98^{52, 53}.

⁴⁸ Teodoro Wolf, *Crónica de los fenómenos volcánicos y terremotos en el Ecuador*, ed. Augusto N. Martínez (Quito: Universidad Central, 1904), originalmente publicado en 1873.

⁴⁹ Ministerio de Educación Pública, *Breve historia de los principales terremotos en la República del Ecuador*, col. Observatorio Astronómico de Quito (Quito: Comité del Año Geofísico Internacional del Ecuador, 1959).

⁵⁰ Juan Singaicho, "Mapa de máximas intensidades sísmicas del Ecuador: criterios estructurales para mejorar la estimación de intensidades" (tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2009).

⁵¹ Alberto Giesecke, "A Program for the Mitigation of Earthquake Effects in the Andean Region (Project Sisra)", en *Natural and Man-Made Hazards*, eds. M.I. El-Sabhy y T.S. Murty (Conferencia presentada en "Natural and Man-Made Hazards", 3-9 de agosto de 1988, Québec, Canadá), 781-786.

⁵² Juan Singaicho, "Mapa de máximas intensidades sísmicas del Ecuador: criterios estructurales para mejorar la estimación de intensidades" (tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2009).

⁵³ G. Grünthal, R. Musson, J. Schwarz y M. Stucchi, eds., *European Macroseismic Scale 1998: EMS-98* (Potsdam: GFZ German Research Centre for Geosciences, 1998).

Considerando los trabajos publicados a partir del 2010, el testigo en la investigación de la sismicidad histórica lo ha tomado la Universidad Central del Ecuador (Quito). Los docentes-investigadores Liliana Troncoso y Gorki Ruiz han dirigido varios trabajos en el ámbito de la sismología histórica, consistentes en estudios macrosísmicos de terremotos históricos que afectaron seriamente varias ciudades de la sierra-norte. Un caso se exceptúa: el conocido como terremoto de Loja (la provincia más austral de la sierra ecuatoriana), ocurrido el 10 de diciembre de 1970. Troncoso, cabe acotar, ha colaborado en sismología histórica con los investigadores del Instituto Geofísico⁵⁴; sus trabajos, por tanto, han debido incidir en el estado actual del CSH del país. Por lo demás, los autores no hemos podido encontrar investigaciones históricas ni estudios macrosísmicos de terremotos históricos. Tampoco ha sido el caso dentro de los estudios de amenaza sísmica revisados, en los cuales el apartado de sismicidad histórica se aborda acudiendo al CSH del país.

3. Antecedentes y motivación del trabajo

La Red Sísmica del Austro (RSA), fundada en 1998, es un observatorio sismológico y centro de investigación adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca. En tanto que observatorio cuenta con una red local de estaciones sismológicas que monitorea la sismicidad en las provincias de Azuay y Cañar. Entre 1998 y 2001, la RSA llevó adelante el proyecto P-BID 400 *Amenaza sísmica en el Austro, vulnerabilidad y riesgo sísmico en la ciudad de Cuenca*^{55, 56}. Como parte de los resultados del proyecto, se obtuvieron mapas de amenaza sísmica para la región austral del país correspondientes a diferentes períodos de retorno. En particular, el correspondiente a un período de retorno de 475 años, instrumento base para el diseño sísmico de estructuras de importancia normal (v.g. edificios residenciales, de oficinas), el estudio arrojó para Cuenca una aceleración máxima en roca de 0.25 g. Tal aceleración ha sido consistente con los mapas de amenaza sísmica de las dos últimas ediciones de la Norma Ecuatoriana de Construcción^{57, 58}, y hace de Cuenca una ciudad de alta amenaza sísmica. Así mismo, en el marco del componente de

⁵⁴ Céline Beauval, Hugo Yepes, Pablo Palacios, Monica Segovia, Alexandra Alvarado, Yvonne Font, Jorge Aguilar, Liliana Troncoso y Sandro Vaca, “An Earthquake Catalog for Seismic Hazard Assessment in Ecuador”, Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 103, no. 2A (2013): 773-786

⁵⁵ Red Sísmica del Austro (RSA), *Informe Final a FUNDACYT - Proyecto P-BID 400: Amenaza Sísmica en el Austro, Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico en la ciudad de Cuenca*, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador, 2002.

⁵⁶ Juan Jiménez-Pacheco, *Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación* (tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2002).

⁵⁷ CPE INEN 005-1, *Código Ecuatoriano de la construcción – Capítulo 12. Requisitos generales de diseño: peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculos para diseño sismo-resistente*, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, Ecuador, 2001.

⁵⁸ NEC-SE-DS, *Norma Ecuatoriana de Construcción – Capítulo Peligro Sísmico y Diseño Sismoresistente*, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Quito, Ecuador, 2015.

amenaza sísmica del proyecto P-BID 400, en el estudio de la sismicidad histórica, se llevaron a cabo actividades de investigación histórica, las cuales no arrojaron sorpresas en relación con el CSH del país. No se “descubrió” un nuevo terremoto ni hubo indicios que motivaran a la revaluación de las intensidades asignadas. De este modo, los terremotos históricos más importantes (intensidades mayores o iguales a VII), con epicentro en Azuay o en su perímetro cercano, se mantuvieron en tres, con las siguientes fechas de ocurrencia e intensidades: 12 de febrero de 1856 (VII), 5 de septiembre de 1893 (VII) y 22 de febrero de 1913 (VIII). Este último (1913), con localización al norte de la provincia de Loja, en una zona fronteriza con el sur del Azuay, se confirmaba como el más intenso sentido en la provincia del Azuay y en su capital, Cuenca.

El escenario crítico para la ciudad en lo que respecta a sus terremotos históricos empezó a desdibujarse entre 2017 y 2020, en el contexto de una investigación sobre la capacidad sísmica de edificaciones típicas del Centro Histórico de Cuenca, a partir de dos hallazgos. En primera instancia, la ocurrencia de un terremoto importante en la ciudad, el 29 de junio de 1887⁵⁹, ⁶⁰. Una carta de la época, incluida en un anexo de *Rivera y Rivera*⁶¹, en la que se describen sus daños, sugería una intensidad de VII – VIII (escala EMS-98). Esta valoración lo situaría como el más intenso sentido en Azuay y, en particular, en Cuenca. Poco después, se comprobó que el terremoto del 29 de junio de 1887 ya constaba en el CSH del país, valorado con intensidad de VII (escala EMS-98). Con todo, al tratarse de un dato macrosísmico relevante, que desplazaba al terremoto de 1913 a un plano más secundario, se lo abordó en dos artículos⁶², ⁶³. Tiempo después, a inicios del 2020, se pudo acceder a un documento clave en el archivo histórico del Museo Nuclear Pumapungo (entidad adscrita al Ministerio de Cultura y Patrimonio del Ecuador), bajo el asunto Diócesis de Cuenca. Se trata de una carta fechada el 6 de septiembre de 1893, dirigida por el párroco de Chaguarurco (nombre antiguo de Santa Isabel, cabecera cantonal del cantón que lleva el

⁵⁹ María Isabel Calle, Pedro Espinosa, “La cité cuencana: el afrancesamiento de Cuenca en la época republicana (1860-1940)” (tesis de pregrado, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador, 2003).

⁶⁰ Lourdes Abad, María Tommerbakk, *Ciudad y arquitectura republicana de Ecuador: Cuenca*. En: *Ciudad y arquitectura republicana de Ecuador (1850-1950)*, 157–212, Pontificia Universidad Católica del Quito, Ecuador, 2009.

⁶¹ Néstor Rivera, Manuel Rivera y Juan Bautista Stiehle, *Arquitecto Redentorista: Biografía y Correspondencia* (Cuenca: Editorial Cuenca, 2008).

⁶² Juan Jiménez-Pacheco, Johnny Cabrera, Jorge Sánchez, Fabricio Avilés, “Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: lineamientos generales y avances del proyecto”, *Maskana* 9, no. 1 (2018): 59–78.

⁶³ Juan Jiménez-Pacheco, Rosa Quezada, José Calderón-Brito, Erika Ortega-Guamán, Hernán García, “Characterisation of the built heritage of historic centres oriented to the assessment of its seismic vulnerability: The case of Cuenca, Ecuador”, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 71 (2022): 1–31.

mismo nombre) al Administrador Apostólico de la Diócesis de Cuenca. En ella, refiere el escenario de daño dejado por el terremoto ocurrido el día anterior, pide autorización para usar un altar portátil en la celebración de la misa y consulta sobre los daños en los templos de la ciudad. En la reproducción mostrada en la Figura 1 pueden leerse los detalles.

Diócesis de Cuenca
Parroquia de Chalmarcura, Setiembre 6 de 1892
Al Revmo. Sr. Dn. Juan José Espinoza
Revmo. Señor:

El fatal acontecimiento de ayer ha dañado por completo el templo y por los edificados de adobe en esta Parroquia, no ha causado ni una muerte en los asistentes, por misericordia del Señor. Por tanto, pido a V.ª R.ª licencia de altar portátil para la celebración de la Santa Misa, en el lugar que hallé mas á propósito, en cuanto pueda desenterrar los vasos sagrados y ornamentos. Se ha salvado el Sagrario con el Cope de formas, sin que se haya movido una, a pesar de haberse desatado el Cope. No sé si tendrá agua bendita en lo que era bautisterio, caso de no hallar, avísame, sí se puede celebrar con las ceremonias del Pabado Sr.

En este día, recibo la deseada nota de asistencia a los S.ªs. Personeros Espirituales. Su S.ª. Sabrá ratificar lo ordenado o mandar otra cosa, según los resultados de la devastadora Catástrofe.

Dignese indicarme cuántos templos se arruinaron en la Ciudad.
 Dios guarde a V.ª R.ª
 Fidel Rojas

Así, como se puede leer en la parte inicial de la carta reproducida, el terremoto, afortunadamente, no provocó muertes, pero “ha demolido por completo el templo y *todos* los edificios de adobe en la parroquia”. En 1893, Chaguarurco (hoy, Santa Isabel, cabecera cantonal) era una parroquia del cantón Girón, que, en aquella época, abarcaba prácticamente el sur de la provincia del Azuay. Al tratarse de un caserío más que un pueblo, se dificultó una asignación de intensidad. De cualquier manera, se presentaba claramente mayor que VII, en un margen posible entre VIII y X. Por otra parte, se constató que la valoración de intensidad VII para el terremoto de 1893 se había mantenido en el tiempo desde el CSH de 1990⁶⁴. De ahí, su omisión de la lista de terremotos históricos importantes (intensidades mayores o iguales que VIII) en *Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador*⁶⁵ y su consideración subestimada (intensidad VII) en el mapa de los terremotos intensos del siglo XIX en *Beauval et al.*⁶⁶ (Figura 2). Si bien todo apuntaba a una subestimación de la intensidad del terremoto de 1893 en alrededor de dos grados, había que reconocer que una sola evidencia documental no era suficiente: la cuestión ameritaba mayor investigación.

A inicios del 2022, llevado adelante por la Red Sísmica del Austro (Universidad de Cuenca), arrancó el proyecto *Sismicidad histórica del Azuay y microzonificación sísmica de los suelos de Cuenca*. En su primer apartado, en el proyecto de investigación se propuso la revisión de la sismicidad histórica conocida de la provincia. Si bien, dicha revisión se planteó sobre los terremotos de 1856, 1887, 1893 y 1913, el foco de interés estuvo puesto sobre los terremotos de 1887 y de 1893, los dos más intensos sentidos en Azuay desde 1850 hasta la actualidad. En este artículo, respecto de tales terremotos, se plantearon los siguientes objetivos: 1) identificación de su patrón de secuencia sísmica, 2) aproximación de sus áreas epicentrales, y 3) valoración de sus intensidades máximas. Por último, más allá de los objetivos, tratamos de hacernos cargo de la constatación (en el curso de la investigación) del poco interés entre cronistas e historiadores de la provincia y del país por registrar o investigar los efectos de los terremotos. De ahí, el abordamiento entre la Sismología y la Historia que se hace del artículo y el énfasis puesto tanto en el contexto de motivación del trabajo como en sus aspectos metodológicos.

⁶⁴ José Egred, *Catálogo de Terremotos del Ecuador*, (Quito: Escuela Politécnica Nacional, 1990).

⁶⁵ Francisco Rivadeneira, Mónica Segovia, Alexandra Alvarado, José Egred, Liliana Troncoso, Sandra Vaca, y Hugo Yepes, *Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador* (Quito: Corporación Editora Nacional, 2007).

⁶⁶ Céline Beauval, Hugo Yepes, Pablo Palacios, Monica Segovia, Alexandra Alvarado, Yvonne Font, Jorge Aguilar, Liliana Troncoso y Sandro Vaca, “An Earthquake Catalog for Seismic Hazard Assessment in Ecuador”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 103, no. 2A (2013): 773-786

4. Aspectos metodológicos

4.1 Estrategia para la recolección de información documental

En el contexto de la sismología histórica, un dato macrosísmico es una pieza de información recopilada y valorada sobre los efectos de un terremoto en un determinado sitio. La etapa más larga e importante de todo estudio macrosísmico constituye la obtención de datos macrosísmicos, en la que se ha de procurar que dichos datos sean numerosos y de la mejor calidad. Tal propósito está supeditado a la cantidad y calidad de la información existente, incógnitas que el estudio dilucidará. La calidad de un dato macrosísmico tiene que ver, en buena medida, con su fiabilidad, y ésta, a su vez, con la cercanía en el tiempo y en el espacio geográfico que el dato en cuestión guarda con el evento sísmico. Bajo esta premisa, la estrategia de obtención de datos macrosísmicos debería poner el énfasis en las comunicaciones entre autoridades civiles y eclesiásticas y en los documentos (crónicas, cartas, libros) de testigos privilegiados (correspondencia, informes, actas de sesiones). Y a este respecto, dos consideraciones importantes: 1) del epicentro del terremoto y la posición de los sitios afectados en la organización político-administrativa (v.g. cabecera parroquial, cabecera cantonal, ciudad capital de provincia) del país, depende el que la cadena de comunicación entre autoridades tenga más o menos eslabones, y 2) la información más detallada y fidedigna suele encontrarse en los oficios y telegramas despachados en los que se da cuenta de lo ocurrido, especialmente en aquellos documentos suscritos por las autoridades de los sitios más afectados por el terremoto.

Para este trabajo fue necesario indagar sobre el modo en que se desarrollaban las comunicaciones entre autoridades en el período de 1885 – 1895 (que incluye a los dos terremotos considerados). En 1884, se creó la Dirección General de Telégrafos, la cual planificó la línea telegráfica nacional. El 10 de agosto de 1887 se inauguró el servicio telegráfico en Cuenca, y para fines de ese año casi todas las provincias estaban conectadas telegráficamente; la provincia de El Oro y la Amazonía debieron esperar algunos años más⁶⁷. Por lo tanto, para el terremoto del 29 de junio de 1887, nuestra búsqueda documental comprendió oficios y correspondencia; en cambio, para el terremoto del 5 de septiembre de 1893, incluyó, además, telegramas. En particular, en cuanto a los oficios, se revisaron libros copiadore de oficios en el Archivo Nacional de Historia de Cuenca y en los archivos históricos de varias provincias vecinas a la provincia del Azuay (Loja, Guayas, Cañar). Telegramas, correspondencias, actas de sesiones e informes se buscaron en diferentes archivos históricos y fondos documentales. Ahora bien, esta vía de investigación, hasta

⁶⁷ Javier Gomezjurado, coord., *Historia de las Telecomunicaciones del Ecuador* (Quito, Ecuador: Academia Nacional de Historia, 2014), 58-108.

donde se la exploró, resultó engorrosa y poco fructífera. En general, la información sobre los acervos documentales, su contenido, estado de completitud y de conservación, es muy limitada; el nivel de organización y de catalogación de tales acervos es desigual de institución a institución; por último, es notoria la dispersión y, tristemente, la pérdida de fondos documentales.

El tiempo previsto para un estudio de sismicidad histórica es un factor que se ha de tener muy en cuenta a la hora de delinear una estrategia para la recolección de información documental. Ante la serie de complicaciones que entraña una estrategia centrada en la correspondencia de autoridades y los documentos de testigos privilegiados como fuente de información, una estrategia centrada en los periódicos de la época constituye una buena alternativa. Según nuestra experiencia, esta segunda estrategia supone menores costos de accesibilidad a la fuente y de legibilidad de los documentos. Por otro lado, con respecto a los beneficios, los grados de objetividad, fiabilidad y procesabilidad de la información (v.g. notas de corresponsales destinados en diferentes sitios, transcripciones de otros periódicos, cartas y telegramas enviados al periódico por parte de testigos, por lo regular, privilegiados) suelen ser altos. Esta relación costo-beneficio favorable supuso, en nuestra labor de recolección de información, otorgarle un mayor peso al trabajo hemerográfico.

Con miras a la organización de una investigación histórica en hemerotecas, es importante tener una idea formada del contexto de la prensa escrita en el período estudiado. En nuestro caso, de la prensa del Ecuador de fines del siglo XIX. Sobre ella, cabe destacar que reflejaba el ambiente ideológico polarizado entre conservadores y liberales, de confrontación de visiones opuestas sobre el modelo económico, la estructura del Estado, la participación ciudadana y el rol de la Iglesia. *Marín-Gutiérrez et al.*⁶⁸ describen el fuerte sesgo político del periodismo de aquella época y la precaria vida de los periódicos (muchos de ellos no duraban siquiera un año), que se publicaban mayormente en las ciudades de Quito y Guayaquil. Por otra parte, aunque de vida corta, los periódicos eran numerosos, y entre ellos circulaban varios de carácter estrictamente literario o, incluso, religioso. Ante tal contexto, se adoptó la estrategia de construcción y depuración de dos listas, una por cada uno de los terremotos. Las dos listas de periódicos inicialmente construidas se sometieron a dos criterios de filtro: 1) que su duración comprenda la fecha del terremoto, y 2) que su temática no sea exclusivamente política, literaria o religiosa, e incluya contenido noticioso.

⁶⁸ Isidro Marín-Gutiérrez, Diana Rivera y Patricio Barrazueta, Desarrollo de la prensa en Ecuador. De la prensa ideológica a la empresa periodística, *Revista De La Asociación Española De Investigación De La Comunicación* 3, núm. 5 (2016): 88-95.

A este propósito, resultaron de gran utilidad los trabajos de *Ceriola*⁶⁹, *Checa et al.*⁷⁰ y *Luján et al.*⁷¹, quienes llevaron a cabo un recorrido histórico-geográfico del periodismo del país desde sus albores. Con las dos listas de periódicos depuradas y las fechas de los terremotos perfectamente establecidas (29 de junio de 1887 y 5 de septiembre de 1893), se delineó un plan de búsqueda de información en diferentes fondos hemerográficos. Las tablas informativas incluidas en varias de las tesis referenciadas en los trabajos de *Checa et al.*⁷², *Luján et al.*⁷³ fueron una guía provechosa, ya que incorporan el dato del fondo (o los fondos) hemerográfico de localización de cada periódico del corpus estudiado.

Las entidades y sitios virtuales de donde se extrajo la mayor cantidad de información hemerográfica fueron las siguientes: 1) Museo Nuclear Pumapungo (Cuenca), 2) Hemeroteca Camilo Destruge de la Biblioteca Municipal de Guayaquil (Guayaquil), 3) Hemeroteca de la Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit (Quito), 4) Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional del Ecuador Eugenio Espejo, 5) Hemeroteca Digital de la Biblioteca de la Casa de la Cultura Ecuatoriana. El Museo Nuclear Pumapungo, que alberga varios tipos de repositorios (hemeroteca, biblioteca, mapoteca, archivo histórico, archivo fotográfico) constituyó la fuente de información más fructífera. En lo estrictamente hemerográfico, fueron claves los periódicos históricos de Cuenca, principalmente, *El Progreso*. De su mapoteca, un mapa de la división política de Ecuador (a nivel cantonal) correspondiente a la Ley de División Territorial de 1897, resultó de gran utilidad para una definición de las áreas epicentrales de los terremotos mejor contextualizada con la división política del Ecuador de la época. De su archivo histórico, se obtuvieron varios documentos valiosos, como la carta mostrada en la Figura 1. Desafortunadamente, pese a su rico archivo fotográfico y al importante catálogo de fotos del último cuarto del siglo XIX, no se pudo hallar evidencia fotográfica de los daños producidos por los terremotos de 1887 y 1893. Por último, cabe destacar su ánimo de colaboración con nuestra tarea de investigación: eventualmente, apenas restablecidas las condiciones de manipulación de una parte de su

⁶⁹ Juan Ceriola, *Compendio de la historia del periodismo: 1792 – 1895* (Guayaquil, Ecuador: Sociedad Filantrópica del Guayas, 1909).

⁷⁰ Antonio Checa, coord., María Luján, coord., Ruth Lara, coord., Patricia Ramos y Andrés Vega, *Historia de la Comunicación Social del Ecuador: prensa, radio, televisión y cibermedios, vol. I: Azuay, Loja y el austro ecuatoriano* (Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, 2019).

⁷¹ María Luján, coord., Ruth Lara, coord., Antonio Checa, coord., y Diana Rivera, *Historia de la Comunicación Social del Ecuador: prensa, radio, televisión y cibermedios, vol. II: Chimborazo, Tungurahua, Bolívar y Cotopaxi* (Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, 2019).

⁷² Antonio Checa, coord., María Luján, coord., Ruth Lara, coord., Patricia Ramos y Andrés Vega, *Historia de la Comunicación Social del Ecuador: prensa, radio, televisión y cibermedios, vol. I: Azuay, Loja y el austro ecuatoriano* (Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, 2019).

⁷³ María Luján, coord., Ruth Lara, coord., Antonio Checa, coord., y Diana Rivera, *Historia de la Comunicación Social del Ecuador: prensa, radio, televisión y cibermedios, vol. II: Chimborazo, Tungurahua, Bolívar y Cotopaxi* (Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, 2019).

acervo hemerográfico, brindaron las facilidades para que estudiantes de la Facultad de Ingeniería (Universidad de Cuenca), accedan y revisen dicho acervo (Figura 3). Los estudiantes participaron en el proyecto en el marco de sus actividades de vinculación con la sociedad, recibiendo una capacitación previa por parte de personal técnico tanto de la Red Sísmica del Austro como del Museo Nuclear Pumapungo.



4.2 Procesamiento de la información: recomendaciones metodológicas

Una vez obtenida información relevante (sobre los efectos de un terremoto en un sitio determinado) de una fuente documental, su procesamiento hasta el análisis macrosísmico sigue las siguientes etapas: 1) extracción de información macrosísmica de los documentos recolectados y evaluación de indicadores de calidad, 2) asignación de intensidades macrosísmicas a las zonas (pobladas o no) con efectos sísmicos documentados, 3) definición y mapeo de puntos de intensidad macrosísmica, 4) análisis macrosísmico: establecimiento del área epicentral y la intensidad máxima. A renglón seguido, nos ha parecido conveniente abordar las 3 primeras etapas planteando una serie de recomendaciones metodológicas. La calidad de la información macrosísmica se estableció en la etapa 3, de manera tripartita (alta, media y baja), con base en dos indicadores evaluados en la etapa 1 y una consideración general de la calidad de los datos; su abordamiento se ha preferido dejar para el final de esta sección. En la sección 5, con mucho mayor detenimiento, nos ocuparemos de la etapa cuarta, el análisis macrosísmico de los dos terremotos considerados.

4.2.1 Extracción de información macrosísmica de los documentos recolectados

- Sistematizar la extracción de información macrosísmica mediante el llenado de fichas (Fichas de Extracción de Información Macrosísmica: FEI). Entre mayor la cantidad de información, mayor la necesidad de sistematización.
- Las FEI se han de elaborar con el objetivo principal de facilitar la asignación de intensidades macrosísmicas. Constituyen, además, documentos de trabajo de gran utilidad para futuros estudios macrosísmicos (v.g. de reevaluación de intensidad máxima de un terremoto histórico).
- Las FEI han de contener tres bloques informativos: 1) Sobre el documento, 2) características del terremoto, 3) efectos y daños producidos por el terremoto, y 4) evaluación de indicadores de calidad de la información.
- En el bloque sobre el documento, se han de registrar su tipología, los datos del repositorio (v.g. nombre de entidad, carácter de público o privado, dirección), los datos para citar el documento y la calidad de la información contenida en el documento.
- El bloque sobre los efectos y daños producidos por el terremoto se ha de cumplimentar distinguiendo claramente los sitios (v.g. pueblos, ciudades) sobre los cuales el documento aborda.
- A nivel de cada sitio identificado en la FEI, subdividir los efectos con arreglo a la distinción que hace la escala EMS-98: 1) sobre las personas, 2) sobre los objetos, 3) sobre el entorno edificado, 4) sobre el entorno medioambiental y el terreno.

4.2.2 Asignación de intensidades macrosísmicas a los sitios con efectos sísmicos documentados

- En caso de no tener experiencia con la asignación de intensidades macrosísmicas, han de revisarse con cuidado las directrices y el material de referencia contenido en las escalas macrosísmicas a utilizarse.
- La asignación de intensidades requiere como insumos las FEI y la o las escalas macrosísmicas adoptadas.
- A partir del contenido de una FEI, la asignación de intensidades consiste en un ejercicio de comparación entre el conjunto de efectos registrados sobre un sitio y los conjuntos de efectos agrupados bajo los grados de intensidad considerados como probables.
- Típicamente, dos suelen ser los grados de intensidad implicados en esta comparación. Si se denominan A al conjunto de efectos descritos para un sitio determinado (registrado en la ficha), y B y C a los dos conjuntos de efectos que constituyen los dos grados de intensidad, la comparación de A con B y C se hace tratando de dilucidar una relación de inclusión o pertenencia antes que de igualdad.
- Si resulta más claro que A está incluido en B (o que $A \in B$), la intensidad que se asignará al sitio será la correspondiente a B. En caso de existir una incertidumbre importante sobre esta relación de inclusión/pertenencia, lo procedente es asignar una intensidad intermedia a las

correspondientes de B y C: así, si $B = VI$ y $C = VII$, la intensidad intermedia se expresa VI – VII.

- Para las intensidades altas ($I \geq IX$) suele complicarse la diferenciación entre intensidades consecutivas a partir del daño en las edificaciones. A tal propósito, los efectos ambientales y sobre el terreno (también esperables) pueden resultar de mayor utilidad. Apoyarse en la escala ambiental ESI-2007⁷⁴, mejor orientada a este tipo de efectos, siendo la mejor opción.
- Para reducir la subjetividad en la asignación de intensidades, se recomienda que lo haga más de una persona con cierto grado de experiencia o debidamente entrenada en dicha tarea.
- A la intensidad sísmica asignada a un sitio referido en una FEI, con base en la propia información contenida ahí, se denomina dato macrosísmico. Lo deseable en todo estudio macrosísmico es que, a partir del análisis de las FEI (y las asignaciones de intensidades a los sitios referidos en ellas), se hayan identificado la mayor cantidad de sitios, y que los datos macrosísmicos de cada sitio (o de la mayoría de ellos) sean numerosos y de buena calidad.

4.2.3 Definición de los puntos de intensidad macrosísmica

- Un punto de intensidad macrosísmica consiste en la intensidad sísmica finalmente asignada a un sitio. Esta intensidad final es función de los datos macrosísmicos obtenidos para dicho sitio: $I_f = f(I_1, I_2, \dots, I_{n-1}, I_n)$.
- Con el fin de facilitar un tratamiento matemático o estadístico de los datos, conviene organizarlos en forma de matriz de datos macrosísmicos (filas: sitios sobre los cuales se refieren efectos/daños en fuentes documentales y columnas: fuentes documentales), y a cada dato, además, acompañarlo de su calificación de calidad.
- En función de la cantidad y la calidad de los datos macrosísmicos, con el fin de acotar el margen de interpretación y reducir la incertidumbre, la determinación de un punto de intensidad sísmica para un sitio puede adoptar diferentes estrategias, las cuales utilizan, por ejemplo, geoestadística^{75, 76}, o lógica difusa⁷⁷.
- Para aquellos casos en que la información documental relativa a un terremoto es escasa, el peso de la determinación de un punto de intensidad sísmica recae principalmente en el esfuerzo interpretativo de quien realiza el análisis macrosísmico.

⁷⁴ Alessandro Michetti, Franck Audemard, Takashi Azuma, John Clague, Valerio Comerci, Eliana Esposito, L. Guerrieri, A. Gürpinar, James McCalpin, B. Mohammadioun, Nils-Axel Mörner, Yoko Ota, Sabina Porfido, E. Roghazin, Leonello Serva, R. Tatevossian y Eutizio Vittori, Escala Medio-Ambiental De Intensidad Sísmica ESI-2007 INQUA: Basada en los efectos ambientales y geológicos de los terremotos (versión en español) (2010).

⁷⁵ Julien Rey, Céline Beauval y John Douglas, “Do French macroseismic intensity observations agree with expectations from the European Seismic Hazard Model 2013?”, *Journal of Seismology* 22 (2018): 589-604.

⁷⁶ Andrea Antonucci, Andrea Rovida, Vera D’Amico, y Dario Albarello, “Integrating macroseismic intensity distributions with a probabilistic approach: an application in Italy”, *Natural Hazards and Earth System Sciences* 21 (2021): 2299-2311.

⁷⁷ G. Ferrari, P. Gasperini y E. Guidoboni, “Macroseismic intensity evaluation with the Fuzzy Sets Logic”, *Annals of Geophysics* 38, núm. 5-6 (1995).

4.3 Evaluación de la calidad de los datos macrosísmicos

Con base en la experiencia al revisar varios tipos de fuentes documentales, se elaboraron dos tablas para calificar (mediante dos indicadores) la calidad de los datos macrosísmicos: 1) Calificación del grado de adecuación de un dato macrosísmico con la Escala EMS-98, 2) Índices de fiabilidad para los datos macrosísmicos. Este segundo índice califica el grado de veracidad que se presume en un dato macrosísmico, en función del tipo de fuente documental. El grado de adecuación con la escala macrosísmica EMS-98 considera el modo cómo se describen los daños (percepción global vs. percepción de caso o casos individuales; uso de cuantificadores y matizadores en descripción vs. vaguedad). Se adoptaron 5 índices de fiabilidad (IF) y 3 grados de adecuación (GA); en las Tablas 1 y 2 se presentan los lineamientos y consideraciones para decidir una determinada asignación de calidad.

Tabla 1. Calificación del grado de adecuación del dato macrosísmico con la escala macrosísmica.

Grado de adecuación	Lineamientos para la calificación
Alto (A)	Se describen los efectos del terremoto, procurando capturar la percepción de la población y/o el escenario global de daño. Se nota un esfuerzo por discriminar y valorar tales efectos mediante el uso de cuantificadores y matizadores en la descripción.
Medio (M)	Caso 1: Descripción muy general del carácter destructivo del terremoto (sin distinciones ni uso de cuantificadores) y de cómo fue percibido por la población. Caso 2: Descripción de los efectos del terremoto enfocado en un ámbito restringido de personas o edificios. Caso 3: Combinación de casos 1 y 2.
Bajo (B)	Caso 1: Calificación adjetivada del grado destructivo del terremoto o del modo como fue percibido por las personas, sin ninguna especificación sobre pérdidas y daños en edificaciones. Caso 2: Descripción del grado de daño sobre una edificación particular.

Tabla 2. Consideraciones para la evaluación de la calidad del dato macrosísmico.

Tipo de documento-fuente	Consideraciones relevantes	IF [*]	GA [*]
1. Estudios de sismicidad histórica ⁽¹⁾ 2. Estudios de amenaza sísmica ⁽¹⁾ 3. Catálogos sísmicos nacionales ⁽¹⁾	1. Los estudios de sismicidad histórica y de de amenaza sísmica revisados se basan en el Catálogo Sísmico Nacional, al cual, precisamente este trabajo quiere aportar.	1	B, M, A
1. Biografías/diarios ⁽¹⁾ 2. Crónicas de viajeros/visitantes ⁽¹⁾ 3. Novelas históricas	1. Se exceptúan los casos en los cuales el autor/cronista constituye un testigo privilegiado (v.g. científico, autoridad).	2	B, M, A
1. Cartas de correspondencia personal ⁽¹⁾ 2. Oficios e Informes eclesiásticos 3. Crónicas históricas/periodísticas ⁽²⁾ 4. Artículos académicos ⁽³⁾ 5. Monografías/tesis de Historia ⁽³⁾ 6. Libros de Historia ⁽³⁾ 7. Catálogos sísmicos internacionales	1. De un testigo no privilegiado. 2. Alejadas temporalmente de la fecha de ocurrencia del terremoto. 3. Información no debidamente respaldada en documentos de archivos históricos.	3	B, M, A
1. Noticias de periódicos 2. Oficios y cartas de autoridades ⁽¹⁾ 3. Telegramas ⁽¹⁾ 4. Cartas de correspondencia personal ⁽²⁾ 5. Oficios e informes eclesiásticos ⁽²⁾ 6. Crónicas históricas/periodísticas ⁽³⁾ 7. Artículos académicos ⁽⁴⁾ 8. Monografías/tesis de Historia ⁽⁴⁾ 9. Libros de Historia ⁽⁴⁾	1. La autoridad que suscribe el documento no es la directamente implicada con el sitio (pueblo o ciudad) del que refiere los efectos del terremoto. 2. De un testigo privilegiado (v.g. científico, autoridad, cronista, constructor, párroco/cura preocupado más allá de los efectos en templos de su diócesis). 3. Cercanas temporalmente a la fecha de ocurrencia del terremoto. 4. Con información respaldada en documentos de archivos históricos.	4	B, M, A
1. Oficios y cartas de autoridades ⁽¹⁾ 2. Telegramas entre autoridades ⁽¹⁾ 3. Informes/reportes de daños 4. Informes ministeriales 5. Actas de Cabildos	1. Despachados desde tenencias políticas de pueblos afectados y dirigidos a gobernaciones, o desde gobernaciones de ciudades afectadas y dirigidas a presidencia.	5	B, M, A

* IF: Índice de fiabilidad; GA: Grado de adecuación de dato macrosísmico con Escala Macrosísmica EMS-98

Así, con arreglo a los lineamientos de las tablas anteriores, la calidad de un dato macrosísmico, se ha de expresar como combinación de los dos indicadores IF y GA. Dicha calidad será *alta*, *media*, o *baja*, según criterios de agrupamiento y exclusión del analista que responden al rango de calidad del conjunto de datos. Para este trabajo, desafortunadamente, no se pudo contar con datos macrosísmicos con IF = 5. Por otra parte,

se excluyeron los datos con $GA = B$ (baja) y con IF menor o igual que 2. Entonces, los agrupamientos por calidad se asumieron del siguiente modo: calidad baja = {3M}, calidad media = {3A, 4M}, calidad alta = {4A}. Dada la escasa información documental relativa a los terremotos de 1887 y 1893, los puntos de intensidad sísmica para aquellos sitios con datos macrosísmicos de las tres calidades se obtuvieron como un promedio ponderado, con factores de ponderación de 0.55, 0.30 y 0.15 (calidades alta, media y baja, respectivamente). Para este cálculo, aquellas valoraciones intermedias de las intensidades se asumieron considerando un medio grado de intensidad ($VII - VIII = 7.5$). Los puntos de intensidad sísmica calculados como promedio ponderado que, vale decir, mostraron un gran acuerdo con las intensidades esperadas bajo un análisis puramente interpretativo, son los que se manejan en el análisis macrosísmico de los dos terremotos estudiados.

5. Estudios macrosísmicos de los terremotos de junio de 1887 y de septiembre de 1893

En Ecuador, en época reciente (desde fines de los 90's), los estudios macrosísmicos de terremotos históricos, se han concentrado en la Sierra centro y norte del país. A este respecto, el estudio más importante y abarcador es el llevado adelante por *Beauval et al. (2010)*, en el que se llevaron a cabo estudios macrosísmicos de veinticinco terremotos históricos. En la Figura 4a se muestra la región en la que quedaron circunscritos los terremotos estudiados. Este trabajo se ocupa de los dos terremotos históricos importantes que ocurrieron en la sierra sur del país en los años 1887 y 1893. En la Figura 4b se presenta un mapa regional del país con la división política de la sierra centro y sur, que servirá como marco geográfico general para los estudios macrosísmicos de los dos terremotos señalados.



nueva. Era horrible ver con qué fuerza y rapidez se movían las torres, las iglesias, las casas y los árboles. Por encima de ello, el ruido de la propia tierra, similar al estampido de los más fuertes truenos, el estruendo de los muros al caer, los tejados de las casas desplomándose, los gemidos y los gritos dolorosos de la gente. Me fijé en nuestras dos iglesias, especialmente en la vieja. Dentro de ella se encontraban cuatro sacerdotes ante el altar y más de trescientos fieles oyendo misa. En lo único que conseguía pensar era en toda esa gente aplastada bajo sus escombros, especialmente cuando vi derrumbarse el edificio contiguo a ella. Pero el Señor nos salvó de esta desgracia y, no sin razón, se atribuye el hecho de que no se haya desmoronado a la protección de la Virgen María. La torre de la iglesia nueva se balanceaba de aquí para allá con gran fuerza, y todo el tiempo las cinco campanas tocaban de por sí como desenfrenadas”.

En cuanto a la secuencia de cuatro eventos sísmicos referida por Stiehle, no existe acuerdo con lo que recogen algunos periódicos de la época. Así, en el periódico cuencano *El Progreso* del 14 de julio de 1887⁷⁹, se mencionan tres eventos: el intenso, a las 6:30, y dos bastante más leves, a las 7 y a las 9. En cambio, los periódicos de Guayaquil *Los Andes*⁸⁰, *El Anotador*⁸¹ y *El Globo*⁸² sólo se refieren al *fuerte temblor* de las 6:30. Esta “omisión”, a partir del hecho de que las réplicas tienen, por lo común, focos muy cercanos al evento principal, se explicaría por la atenuación de la intensidad sísmica esperable en los 125 km de distancia entre Cuenca y Guayaquil y la escasa o nula perceptibilidad que se tendría de tales réplicas. Resulta, pues, más fidedigno las 6:30 como la hora de ocurrencia del evento principal. En cuanto a la ocurrencia de un evento premonitor a las 6:00, los detalles descriptivos del relato de Stiehle y la baja cifra de muertes⁸³ lo hacen perfectamente plausible.

En referencia al evento fuerte, en el Tomo I de la *Crónica del Convento de Cuenca*⁸⁴, de los Hermanos Redentoristas, se apunta que el terremoto del 29 de junio “*se sintió en casi toda la República con más o menos fuerza*”. Esto es consistente con la información hemerográfica de que en Quito (capital de la provincia de Pichincha, al norte de Ecuador) se lo haya sentido como un ligero temblor, y en Loja (capital de la provincia de Loja, la

⁷⁹ El Progreso, Cuenca, 14 de julio de 1887, núm. 76, Biblioteca Víctor Manuel Albornoz, Museo Nuclear Pumapungo, Cuenca.

⁸⁰ Los Andes, Guayaquil, 2 de julio de 1887, Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.

⁸¹ El Anotador, Guayaquil, 1 de julio de 1887, núm. 2, Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.

⁸² El Globo, Guayaquil, 30 de junio de 1887, Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.

⁸³ Néstor Rivera, Manuel Rivera y Juan Bautista Stiehle, Arquitecto Redentorista: Biografía y Correspondencia (Cuenca: Editorial Cuenca, 2008)

⁸⁴ Hermanos Redentoristas, Crónica del Convento de Cuenca, tomo 1 (s.l.: s.e., s.f.), 325.

más sureña de Ecuador), como un fuerte temblor que no alcanzó a provocar daños de consideración⁸⁵, ⁸⁶. Por otra parte, Stiehle afirma en la carta a su hermano, que las provincias de Azuay y Cañar fueron las más afectadas, lo cual, así mismo, guarda consonancia con la información hemerográfica recopilada. No obstante, la definición de un área epicentral requiere mayor análisis macrosísmico.

5.1.2 Definición del área epicentral

De la revisión de la prensa histórica se desprende que Cuenca y la villa de Cañar, cabeceras cantonales y capitales de las provincias de Azuay y de Cañar, fueron los territorios más afectados. Así, en un párrafo de *El Progreso*⁸⁷ se lee: “*en la villa de Cañar varias casas de particulares han quedado en ruinas*”, y una línea más adelante: “*son muy pocas las casas en la ciudad de Cuenca que no tienen alguna huella del terrible sacudimiento*”. Stiehle, que había pasado ocho días inspeccionando las casas en toda Cuenca, señala: “todas las casas y las iglesias quedaron de tal manera cuarteadas, que da pena verlas”. Además, aunque no valoró la cantidad de casas colapsadas en la ciudad, Stiehle nos deja en su carta el testimonio de un caso del que él mismo fue testigo durante el terremoto (sección 5.1.1). Se puede presumir que los casos de colapso total fueron contados y aislados. Por el contrario, las casas que sufrieron colapsos parciales (derrumbe de paredes y caída de techos) no fueron pocas; aunque resulta difícil asumir que se trataron de muchas (en un porcentaje entre el 20% y el 50% del patrimonio edificado, según entiende *muchos* la escala EMS-98). Con mayor certidumbre sobre este tanteo de cuantificación de casos de colapso total y parcial, se calificaría con VIII la intensidad sísmica. No siendo el caso, estimamos que lo más coherente es asignarle a la ciudad de Cuenca una intensidad sísmica intermedia de VII-VIII.

Al indagar en los datos más allá de Cuenca y la villa de Cañar, tanto *El Progreso*⁸⁸ como Stiehle (en su carta) coinciden en que muchas casas de campo y varias iglesias, tanto en la provincia del Azuay como de Cañar, sufrieron cuarteaduras, e incluso algunas de ellas (casas e iglesias) se derrumbaron. El periódico informaba con trazo grueso sobre dos caseríos: Paccha, parroquia rural en el flanco este del cantón Cuenca (Azuay), y Chuquipata, parroquia rural del cantón Azogues (Cañar), en el borde sur limítrofe con Azuay, destacando de esta segunda el colapso parcial de algunas de sus capillas. En cuanto

⁸⁵ Los Andes, Guayaquil, 2 de julio de 1887, Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.

⁸⁶ El Lábaro, Loja, 7 de julio de 1887, No. 9, Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit, Quito.

⁸⁷ El Progreso, Cuenca, 14 de julio de 1887, núm. 76, Biblioteca Víctor Manuel Albornoz, Museo Nuclear Pumapungo, Cuenca.

⁸⁸ Ibidem.

a Stiehle, restaba gravedad a los daños en Cuenca frente a los sufridos en pueblos cercanos, en donde “*se derrumbaron varias iglesias y casas*”, sin llegar a despejar la duda de los pueblos a los que alude en su carta. No obstante, rastreando esta pista sobre el flanco oeste del cantón Cuenca, en una serie de comunicaciones entre el teniente Político de la parroquia de Molleturo y el Gobernador del Azuay, se encontró que en su zona poblada se configuraba un escenario similar al de Paccha (el templo y varias casas con serios daños) y, además, que el camino de Naranjal, importante ruta de comercio hacia Guayaquil resultó seriamente perjudicado. De este modo, tomó consistencia la presunción de la franja norte de parroquias del cantón Cuenca como parte del área epicentral. Al propio tiempo, se decidió excluir a la franja sur del cantón. En esto último fue determinante, ante la carencia de información de daños en los cantones del sur del Azuay (salvo la caída de una parte de la Iglesia en Pucará), la noticia de que en Loja el terremoto no había causado daños, sino que se había sentido sólo como un temblor fuerte.

En lo tocante a la periferia de la villa de Cañar, la información obtenida fue aún más escasa y dispersa. Por lo que recoge *El Progreso*⁸⁹, en Azogues, los daños fueron algo menores que en Chuquipata. En *El Bolivarense*⁹⁰ (Guaranda, 2 de julio de 1887) se informa que en Guaranda (capital de la provincia de Bolívar) “*muchas casas han quedado completamente pedaceadas*” y que “*hay un buen número de contusos y heridos*”. Si se interpreta *completamente pedaceadas* como grado de daño 3 según la escala EMS-98, a saber, grietas importantes y extensas en casi todos los muros/paredes, una intensidad de VII sería razonable para Guaranda. Un dato no menor: el mismo *El Bolivarense*⁹¹, días después (21 de julio de 1887), cierra una nota de solidaridad con los afectados por el terremoto señalando: “*la simpática Cuenca es la que más ha sufrido con el temblor del 29 de junio; lo sentimos infinitamente*”. *El Globo*⁹² reporta daños de cierta consideración en comercios y casas particulares de Guayaquil (en la mayor parte de ellas, paredes fisuradas; en algunas, incluso, caídas de sus tumbados). Al parecer, en Yaguachi (cantón situado al oeste del

⁸⁹ El Progreso, Cuenca, 14 de julio de 1887, núm. 76, Biblioteca Víctor Manuel Alborno, Museo Nuclear Pumapungo, Cuenca.

⁹⁰ El Bolivarense, Guaranda, 2 de julio de 1887, No 15, Hemeroteca Digital de la Biblioteca de la Casa de la Cultura Ecuatoriana.

⁹¹ El Bolivarense, Guaranda, 21 de julio de 1887, No 17, Hemeroteca Digital de la Biblioteca de la Casa de la Cultura Ecuatoriana.

⁹² El Globo, Guayaquil, 30 de junio de 1887, Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.

cantón Guayaquil) las afectaciones fueron algo mayores que las presentadas en Guayaquil⁹³.

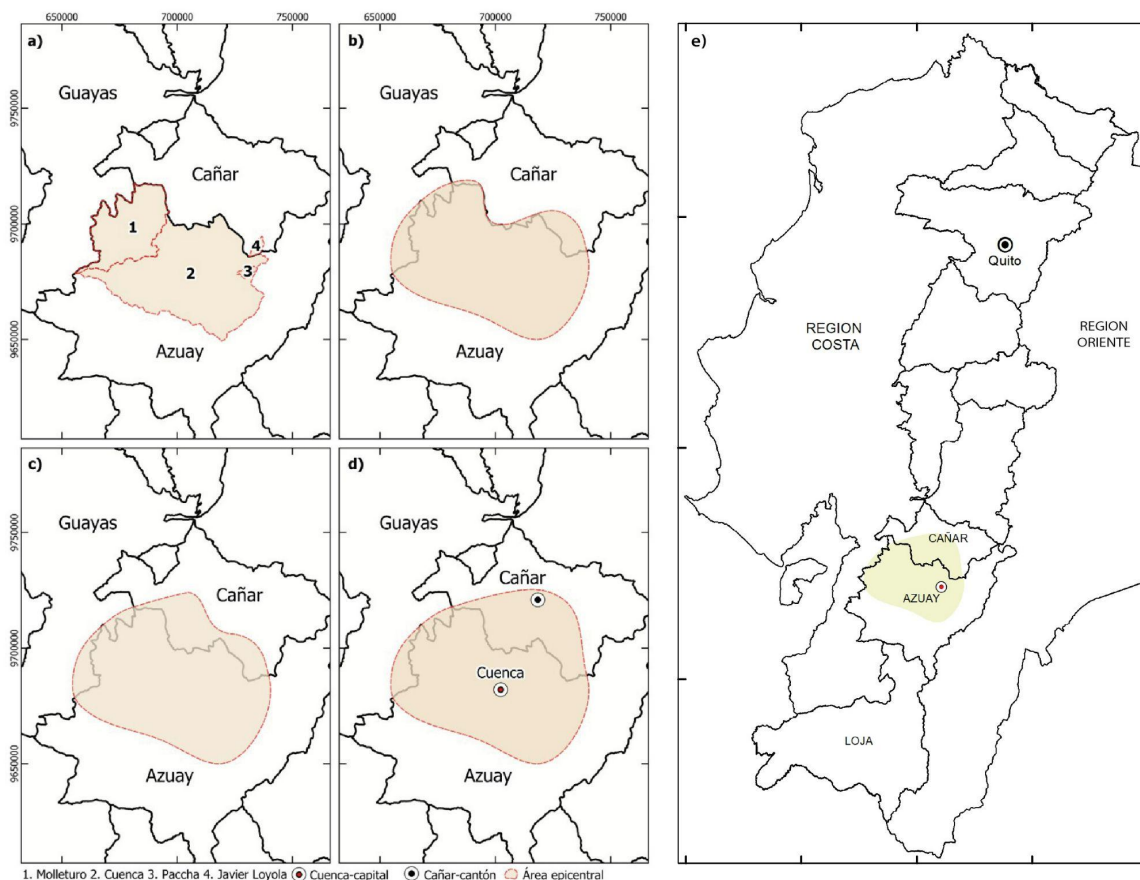
⁹⁴.

Finalmente, con base en la parte ya definida del área epicentral y en la equiparación de la severidad del daño sísmico de Cuenca con el de la villa de Cañar y Chuquipata, se completó la parte faltante. A tal fin, se otorgó un peso importante a las intensidades macrosísmicas asignadas a las ciudades de Cuenca y Guaranda y al dato macrosísmico sobre Azogues extraído de *El Progreso*⁹⁵. Así, desagregando el flanco este de la provincia de Cañar que incluye a Azogues, se completó el área epicentral con la parte restante de la provincia. Esto hace plausible la extensión que hace Stiehle del grado de daño en la villa de Cañar a toda la provincia y, además, guarda coherencia con la intensidad macrosísmica asignada a Guaranda. Como representación esquemática del proceso descrito, en la Figura 5 se ilustra la secuencia cronológica de delimitación y rellenado del área epicentral a partir de los datos macrosísmicos. Este ejercicio se llevó a cabo procurando respetar la división política en el nivel administrativo más directamente comprometido.

⁹³ Ibidem.

⁹⁴ Los Andes, Guayaquil, 2 de julio de 1887, Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.

⁹⁵ El Progreso, Cuenca, 14 de julio de 1887, No. 76, Biblioteca Víctor Manuel Albornoz, Museo Nuclear Pumapungo, Cuenca.



5.2 Descripción y análisis macrosísmico del terremoto del 5 de septiembre de 1893

5.2.1 Descripción del terremoto y primera aproximación al área epicentral

El 5 de septiembre de 1893, alrededor de las 5:45 de la tarde, se produjo un terremoto que fue sentido en todo el país y hasta el Departamento de Lambayeque, en Perú⁹⁶. Los efectos más graves se manifestaron en el Sur de Ecuador, en el suroeste de la provincia del Azuay, en lo que actualmente son los cantones de Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará. En este grupo de cantones el terremoto fue especialmente destructivo. Muchas de las casas se redujeron a escombros, y las que no, quedaron prácticamente inhabitables. Aunque severamente dañadas, las que mejor permanecieron en pie fueron las casas más antiguas de

⁹⁶ Martín Cabrejos-Fernández, *Almácigos de Historia Lambayecana* (Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016).

una planta, muy pocas frente al total de edificaciones^{97, 98, 99, 100} (Carta de Quito, 27 de septiembre de 1893). Cabe precisar que el efecto destructivo fue algo mayor al arriba descrito (correspondiente a Girón) en los pueblos al oeste de Girón: San Fernando, Chumblin, Chaguarurco, Pucará. Ahora bien, este escenario de daño agravado tendría que ponderarse a la baja (según lo recomienda la escala EMS-98) por el hecho de que en aquella época Girón constituía la cabecera cantonal, y los pueblos mencionados, caseríos pequeños y dispersos, con edificaciones de construcción algo más precaria. Bajo esta consideración homogeneizadora, al grupo de cantones compuesto (de este a oeste) por Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará se demarcó como *área epicentral preliminar* (AEP). Para ello tuvo que constatarse que en los pueblos de Nabón y Jima, en la inmediación este del AEP, y en el de Balao, en la inmediación oeste, los daños en las edificaciones, si bien fueron muy severos, no en el grado que los presentados en los cantones extremos de Girón y Pucará.

5.2.2 Definición del área epicentral

Más allá de lo descrito, el terremoto de 1893 presenta dos aspectos diferenciales en relación con el de 1887, determinantes para cualquier trabajo futuro que se ocupe de su caracterización sismológica: el primero, relativo a la severidad de las consecuencias, y el segundo, a la naturaleza del evento y la fuente sismogénica.

En cuanto al primer aspecto, a fines del siglo XIX, que es donde se sitúan cronológicamente los dos terremotos de estudio, las ciudades y pueblos de la sierra del país, cuyas casas eran de adobe o tapial, constituían entornos edificados con alta vulnerabilidad sísmica (muy susceptibles a sufrir daños severos). En el contexto de la escala EMS-98, este tipo de edificación no constituye el objeto-sensor más adecuado para distinguir terremotos en el rango más alto de intensidad (IX a XII), ya que, por ejemplo, en un evento sísmico de intensidad X, para una determinada población de casas de adobe, el colapso casi total o total es el escenario más probable. En la terminología de estudios macrosísmicos, se diría que la escala se *satura*. En estas circunstancias, la sismología histórica apela a los efectos ambientales (sobre el terreno, laderas, árboles) para superar la dificultad. Aunque la escala EMS-98 los considera, la alternativa que se recomienda es la de apoyarse en una escala más especializada en efectos de tipo ambiental, como la ESI-2007.

⁹⁷ La Nación, Guayaquil, 6 de septiembre de 1893, Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.

⁹⁸ La Nación, Guayaquil, 7 de septiembre de 1893, Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.

⁹⁹ La Patria, Babahoyo, 23 de septiembre de 1893, No. 16, Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.

¹⁰⁰ Carta de Quito, 27 de septiembre de 1893.

Volviendo al terremoto de 1893, por la severidad de los daños en las edificaciones (en el área epicentral preliminar) y la intensidad sísmica en el rango alto de la escala EMS-98 que esto supone, cabía presumir que se presentarían, además, efectos ambientales. Y, en efecto, éstos se produjeron en buena parte del territorio identificado como AEP (alrededor de 2000 km²), e incluso en Balao y en una zona cercana a Machala. A su vez, Balao y Machala son poblaciones relativamente cercanas y equidistantes de Pucará, pueblo en donde los efectos ambientales se manifestaron con mayor fuerza, particularmente sobre el terreno. En el periódico *El Globo*¹⁰¹ (29 de septiembre de 1893), se transcribe una carta del cura párroco de Pucará dirigida al Obispo. Una parte de la transcripción recoge el siguiente testimonio:

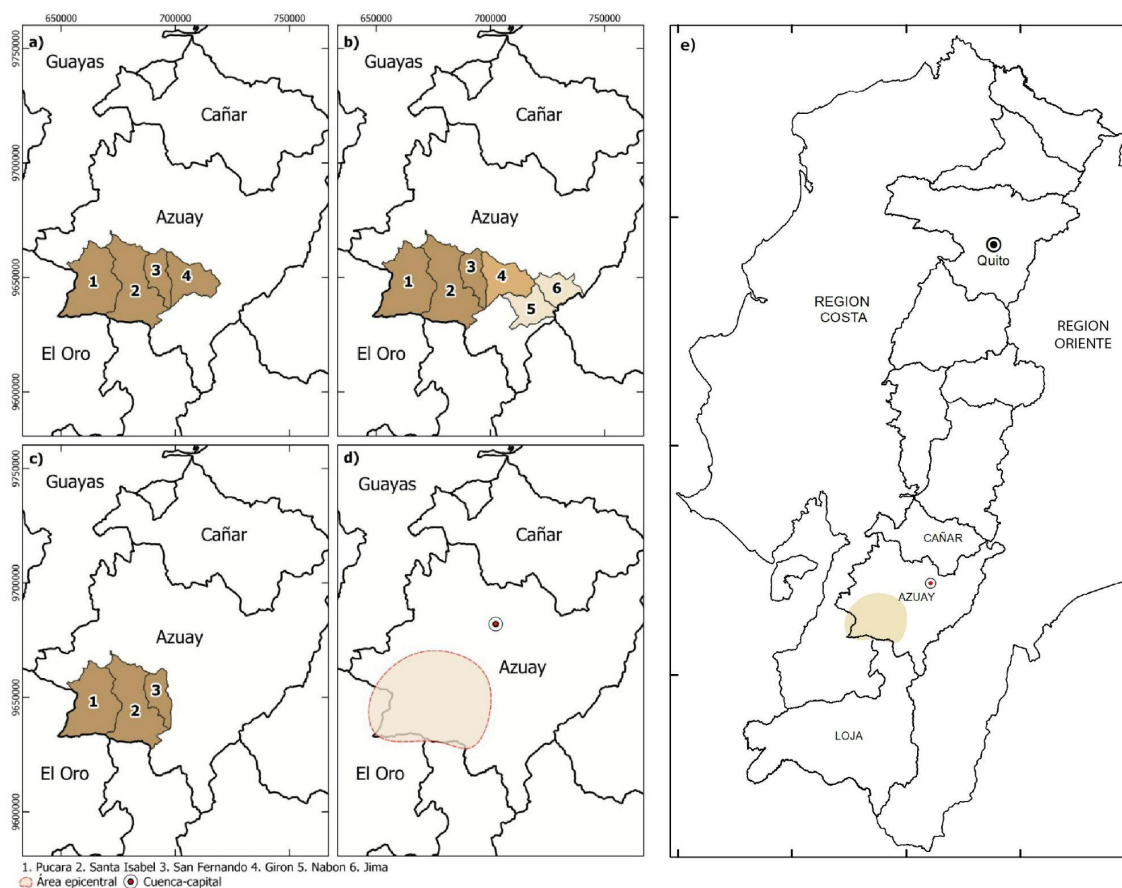
“La tierra nos quería devorar y el viento era tan impetuoso que nos dificultaba la respiración; el día se oscureció de tal modo que nos parecía que estábamos a medianoche. Los fieles que pudieron acercarse a mí se ahogaban en llanto; los animales, aturdidos, corrían de un lado a otro. El temblor fue tan recio y dilatado que la tierra se abrió en varias partes, los cerros se desgajaban y los árboles se daban contra el suelo. Muchas casas han caído y casi todas han sufrido graves desplomes; las bóvedas del cementerio se han abierto y dejado en claro los cadáveres”.

Se puede inferir del testimonio anterior que las grietas del terreno debieron tener una anchura de decenas de centímetros; el oscurecimiento del día tuvo que ver, muy probablemente, con las nubes de polvo levantadas por los derrumbes de laderas de las colinas circundantes (el volumen derrumbado debió ser importante); los árboles, al parecer, no sólo que se agitaban vigorosamente, sino que se desenraizaban con violencia y caían. Sobre esta base, y, principalmente, debido al margen amplio de interpretación a que da lugar la expresión “*la tierra nos quería devorar*”, la ESI-2007 no puede ser concluyente. Puede, eso sí, en el caso de Pucará, asignarle una intensidad macrosísmica intermedia de IX–X. Por otra parte, esta misma escala contempla un criterio más general y de mayor jerarquía, con el que encabeza la valoración de cada grado de intensidad: el tamaño del área sobre el que se presentan un conjunto específico de Efectos Ambientales Posibles (EAPs). La experiencia acumulada en sismología histórica dicta que, en el rango de terremotos de alta intensidad, a severidad creciente de efectos ambientales le corresponde un tamaño creciente de área de afectación. En el caso del terremoto de 1893, cuya área de afectación por efectos ambientales estimamos en alrededor de 2000 km² (para efectos de asignación de intensidad, en el intervalo entre 1000 km² y 5000 km²), en un primer tanteo se lo calificó, según la ESI-2007, de *muy destructivo*, asignándole una intensidad de X; pero, como ya se

¹⁰¹ El Globo, Guayaquil, 29 de septiembre de 1893, No. 1826, Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional Eugenio Espejo.

ha señalado, no existe la certidumbre suficiente de que en *toda* esa área concurren aquellos EAPs correspondientes a intensidad X.

Así, el análisis macrosísmico tanto de los efectos sobre las edificaciones como de los EAPs, “empujó” la intensidad sísmica de una parte del área epicentral preliminar de IX hacia X, aunque sin la evidencia suficiente para llevarla hasta X. Por lo tanto, consideramos razonable una intensidad intermedia de IX–X para esta área más acotada, la cual se ilustra en la Figura 6e, y que representa el área epicentral del terremoto de 1893. Para arribar a ella, según se muestra en la secuencia a-d de la Figura 6, una lógica de desagregación terminó imponiéndose sobre el área epicentral preliminar.



Por último, es digno de resaltar que se reveló una anomalía en la distribución de intensidades: las intensidades hacia el norte del área epicentral, a partir de la provincia de Cañar, en lugar de atenuar, crecían, alcanzando un máximo de intensidad, VII–VIII

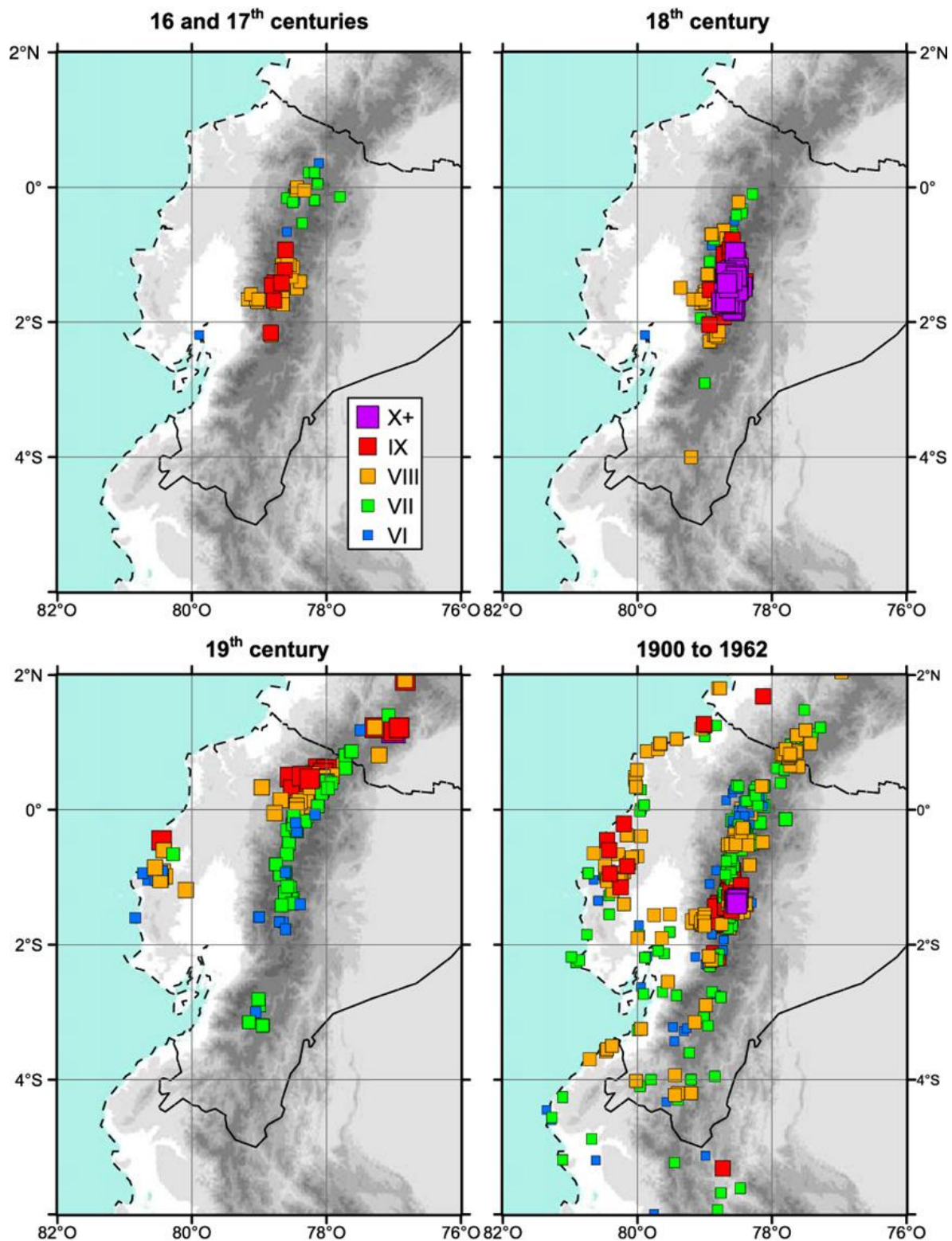
(EMS-98), en la ciudad de Guaranda. A este respecto, los periódicos Los Andes¹⁰² (19 de septiembre de 1893) y El Globo¹⁰³ (26 de septiembre de 1893), a partir de diferentes fuentes de la provincia de Bolívar, ofrecen una descripción de los daños convergente en la valoración general de su severidad. Las contravenciones a la ley de atenuación suelen hallar su explicación en el fenómeno de efecto de sitio (amplificación del movimiento del terreno y de la respuesta de las edificaciones, en virtud de la cercanía de sus frecuencias predominantes de vibración). En este caso, resulta plausible, ya que los suelos de Cañar y Bolívar son, en general, más blandos que los de la provincia del Azuay, y es conocido que los suelos blandos amplifican significativamente su respuesta antes sismos de foco distante.

6. Conclusiones y líneas futuras de investigación

Este trabajo se inscribe en un proyecto cuyo objetivo fue el estudio de cuatro terremotos relevantes en la historia sísmica conocida de la provincia del Azuay (1856, 1887, 1893, 1913), y se enfoca en el análisis macrosísmico de los dos más intensos: los terremotos ocurridos el 29 de junio de 1887 y el 5 de septiembre de 1893. La investigación histórica realizada, si bien, en una primera instancia, trató de abarcar un espectro amplio de tipos documentales, se reorientó hacia un trabajo hemerográfico. En términos de aporte al CSH del país, el resultado más importante está asociado al terremoto de 1893 e incide en su caracterización en términos de intensidad. El análisis macrosísmico condujo a una valoración de la intensidad máxima de IX – X en la escala EMS-98, revelando una subestimación en alrededor de dos grados y rompiendo el gap sísmico que, según nuestro CSH, exhibe la región Sur del Ecuador en el siglo XIX (Figura 2).

¹⁰² Los Andes, Guayaquil, 19 de septiembre de 1893, No. 3580, Hemeroteca Digital de la Biblioteca de la Casa de la Cultura Ecuatoriana.

¹⁰³ El Globo, Guayaquil, 26 de septiembre de 1893, No. 1823, Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional Eugenio Espejo.



Por otra parte, si bien el terremoto de 1893 resultó, claramente, el más intenso sentido en la provincia del Azuay, el terremoto del 29 de junio de 1887 se reveló como el más intenso para su capital, la ciudad de Cuenca (VII–VIII). De hecho, su intensidad máxima se estimó en VII – VIII, la misma de Cuenca, similitud debida a que su epicentro, en términos de centroide del área epicentral, se sitúa en la zona fronteriza oeste de las provincias de Azuay y Cañar (Figura 5). Este resultado le resta protagonismo al terremoto del 23 de febrero de 1913, cuyo epicentro se situó en el norte de la provincia de Loja, y que por un buen tiempo fue considerado como el más intenso sentido en Cuenca. Del terremoto del 12 de febrero de 1856, para tener el cuadro sísmico completo, cabe indicar que su epicentro estaría situado al norte del epicentro del terremoto de 1887, no muy distante, en la provincia de Cañar; su intensidad en Cuenca se estimó en VI–VII. Así pues, la ventana temporal 1856–1913 nos deja entrever que escenarios sísmicos preocupantes para la ciudad de Cuenca se originarían en fuentes sismogénicas situadas tanto hacia el sur como hacia el norte, aunque el más crítico parece encontrarse hacia el noroeste.

Esta revisión de la sismicidad histórica del Azuay en la ventana temporal 1856–1913 abre la posibilidad de una línea de investigación en el ámbito de la caracterización de los terremotos históricos. En esta línea, con miras a la actualización del CSH del país y de los estudios de amenaza sísmica, se impone como proyecto futuro la caracterización de los cuatro terremotos históricos estudiados en términos de localización epicentral, magnitud y profundidad. El proceso, que iniciaría aquí, en la caracterización en términos de intensidad macrosísmica (área epicentral, intensidad máxima, distribución espacial de intensidades), supone la obtención de modelos de atenuación de la intensidad sísmica mediante un estudio de caracterización detallado de terremotos contemporáneos.

Por último, desde una perspectiva más amplia, es evidente que hace falta todavía mucha investigación en sismología histórica. De ello depende que los mapas de amenaza sísmica y la planificación territorial reflejen la realidad sismotectónica del país y, de modo más apremiante, de la región austral. Se considera importante la aproximación al problema de historiadores, arqueólogos, geógrafos y estudiosos de las ciencias ambientales; los autores de este artículo abogamos firmemente por una investigación interdisciplinaria respetuosa de la identidad y del papel de cada disciplina participante.

Bibliografía

Documentos académicos

- Antonucci, Andrea, Andrea Rovida, Vera D'Amico y Dario Albarello. 2021. Integrating macroseismic intensity distributions with a probabilistic approach: an application in Italy. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 21: 2299-2311.
- Audemard, Franck. 1998. Contribución de la paleosismología a la sismicidad histórica: los terremotos de 1610 y de 1894 en los Andes venezolanos meridionales. *Revista Geográfica Venezolana* 39: 87-105.
- Audemard, Franck. 2020. Cinco décadas de búsqueda de la huella geológica de los sismos pre-históricos en Venezuela: una actualización. Caracas: Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas –FUNVISIS–.
- Bakun, W. H. y C. M. Wentworth. 1999. Estimating earthquake location and magnitude from seismic intensity data. *Bulletin of the Seismological Society of America* 89 (2): 557. <https://doi.org/10.1785/BSSA0890020557>.
- Barnikel, Friedrich y Mark Vetter. 2012. Earthquakes in History – Ways to Find out About the Seismic Past of a Region. En *Earthquake Research and Analysis – Seismology, Seismotectonic and Earthquake Geology*, 1: 1-20. IntechOpen.
- Beauval, Céline, Hugo Yepes, Pablo Palacios, Mónica Segovia, Alexandra Alvarado, Yvonne Font, Jorge Aguilar, Liliana Troncoso y Sandro Vaca. 2013. An Earthquake Catalog for Seismic Hazard Assessment in Ecuador. *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 103, no. 2A: 773-786. <https://doi.org/10.1785/0120120270>.
- Beauval, Celine, Hugo Yepes, W. H. Bakun, José Egred, Alexandra Alvarado y Juan-Carlos Singaicho. 2010. Locations and magnitudes of historical earthquakes in the Sierra of Ecuador (1587-1996). *Geophysical Journal International*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2010.04569.x>.
- Calle, María Isabel, y Pedro Espinosa. 2003. La cité cuencana: el afrancesamiento de Cuenca en la época republicana (1860-1940). Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Camassi, Romano. 2004. Catalogues of historical earthquakes in Italy. *Annals of Geophysics*, vol. 47: 645-657.
- Caputo, R. y B. Helly. 2008. The use of distinct disciplines to investigate past earthquakes. *Tectonophysics* 453 (1): 7-19.
- CERESIS, Centro Regional de Sismología para América del Sur. 1985. Earthquake Mitigation Program in the Andean Region (SISRA Project). Lima: CERESIS, 14 vols.
- CERESIS, Centro Regional de Sismología para América del Sur. 1995. Catalogue for South America and the Caribbean.
- Das, Ranjit, Gabriel González, Juan Carlos de la Llera, Esteban Saez, Pablo Salazar, Juan González y Claudio Meneses. 2020. A probabilistic seismic hazard assessment of southern Peru and Northern Chile. *Engineering Geology* 271: 105585. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105585>.
- Eisinger, Ute, Rudolf Gutdeutsch, y Christa Hammerl. 1992. Historical Earthquake Research – An Example of Interdisciplinary Cooperation between Geophysicists and Historians. En *Historical Earthquakes in Central Europe*, vol. 1: 33-50.

- Espinoza, Armando, Antonio Gómez-Capera y Elkin Salcedo. 2004. State of the art of the historical seismology in Colombia. *Annals of Geophysics*, vol. 47: 437-449.
- Ferrari, G., P. Gasperini y E. Guidoboni. 1995. Macroseismic intensity evaluation with the <<Fuzzy Sets Logic>>. *Annals of Geophysics* 38 (5-6): s.p. doi:10.4401/ag-4087.
- FUNVISIS: Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. 2009. Catálogo Sismológico Venezolano del Siglo XX. Coords. Rogelio Altez, José Rodríguez. Caracas, Venezuela: Gobierno Bolivariano de Venezuela.
- Gasperini, P., G. Vannucci, D. Tripone y E. Boschi. 2010. The Location and Sizing of Historical Earthquakes Using the Attenuation of Macroseismic Intensity with Distance. *Bulletin of the Seismological Society of America* 100: 2035-2066. <https://doi.org/10.1785/0120090330>.
- Giardini, D. 1999. The Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP)-1992/1999. *Annali di Geofisica* 42, doi: 10.4401/ag-3780.
- Giesecke, Alberto, Antonio Gómez-Capera, Ilaria Leschiutta, Elena Migliorini y Leandro Rodriguez. 2004. The CERESIS earthquake catalogue and database of the Andean Region: background, characteristics and examples of use. *Annals of Geophysics* 47 (2): 421-435.
- Giesecke, Alberto. 1988. A Program for the Mitigation of Earthquake Effects in the Andean Region (Project Sisra). En *Natural and Man-Made Hazards*, editado por M.I. El-Sabh y T.S. Murty, 781-786. Conferencia presentada en *Natural and Man-Made Hazards*, 3-9 de agosto, Québec, Canadá.
- Gisler, Monika. 2003. Historical Seismology in Switzerland: Reflections on Issues and Insights. *Environment and History*, vol. 9, no. 2: 215-237. doi: 10.3197/096734003129342836.
- Gómez-Capera, Augusto, Massimiliano Stucchi, L. Rodríguez, M. Arcila, M. Bufaliza, J. Choy, E. Minaya, L. Leyton, M. Pirchiner, H. Rendón, A. Sarabia, H. Tavera, y H. Yepes. 2020. Catálogo de terremotos de América del Sur homogéneo en Mw para el periodo pre-1964. *GEOS* 40 (2). Recuperado a partir de <https://geos.cicese.mx/index.php/geos/article/view/58>.
- Gómez-Capera, Augusto, Massimiliano Stucchi, Monica Arcila, M. Bufaliza, José Choy, Estela Minaya, L. Leyton, Marlon Pirchiner, Herbert Rendón, L. Rodriguez, Ana Milena Sarabia, H. Tavera, y Hugo Yepes. 2017. Updated Earthquake Catalogue for South America: Time Window Pre-1964.
- Grases, José, Rogelio Altez, Miguel Lugo. 1999. Catálogo de sismos sentidos o destructores, Venezuela 1530 – 1998. Caracas, Venezuela: Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Universidad Central de Venezuela.
- Guidoboni, Emanuela y Massimiliano Stucchi. 1993. The contribution of historical records of earthquakes to the evaluation of seismic hazard. *Annals of Geophysics*, 36. <https://doi.org/10.4401/ag-4264>.
- Guidoboni, Emanuela, Alberto Comastri y Giusto Traina. 1994. Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century. Roma, Italia: Istituto Nazionale di Geofisica.
- Jiménez-Pacheco, Juan, Johnny Cabrera, Jorge Sánchez, y Fabricio Avilés. 2018. Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: lineamientos generales y avances del proyecto. *Maskana* 9 (1): 59–78.
- Jiménez-Pacheco, Juan, Rosa Quezada, José Calderón-Brito, Erika Ortega-Guamán, y Hernán García. 2022. Characterisation of the built heritage of historic centres oriented to the assessment of its seismic vulnerability: The case of Cuenca, Ecuador. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 71: 1–31.
- Jiménez-Pacheco, Juan. Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación. Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2002.

- Jomard, Hervé, Oona Scotti, Samuel Auclair, Pascal Dominique, Kévin Manchuel y Déborah Sicilia. 2022. The SISFRANCE database of historical seismicity. State of the art and perspectives. *Comptes Rendus. Géoscience*, vol. 353, no. S1: 257-280. doi: 10.5802/crgeos.91
- Lomnitz, Cinna. 2004. Major Earthquakes of Chile: A Historical Survey, 1535-1960. *Seismological Research Letters*, vol. 75, no. 3: 368-378.
- Madariaga, Raúl. 1998. Sismicidad de Chile. *Física de la Tierra*, vol. 10: 221-258.
- Marín-Gutiérrez, Isidro, Diana Rivera y Patricio Barraza. 2016. Desarrollo de la prensa en Ecuador. De la prensa ideológica a la empresa periodística. *Revista De La Asociación Española De Investigación De La Comunicación* 3 (5): 88-95.
- Observatorio Astronómico de Quito. Quito: Comité del Año Geofísico Internacional del Ecuador, 1959.
- Montejo, Julián, Mónica Arcila, David Zornosa. 2023. Integrated Seismic Catalog for Colombia. *Boletín Geológico*, vol. 50, no. 1: 5-17.
- Musson, R., M.J. Jiménez y A.A. Gómez Capera. 2008. Earthquake parameter estimation from historical macroseismic data. *Seismological Research Letters* 79 (2): 313.
- Red Sísmica del Austro (RSA). Informe Final a FUNDACYT - Proyecto P-BID 400: Amenaza Sísmica en el Austro, Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico en la Ciudad de Cuenca. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador, 2002.
- Rey, Julien, Céline Beauval y John Douglas. 2018. Do French macroseismic intensity observations agree with expectations from the European Seismic Hazard Model 2013? *Journal of Seismology* 22: 589-604.
- Rivadeneira, Francisco, Mónica Segovia, Alexandra Alvarado, José Egred, Liliana Troncoso, Sandra Vaca y Hugo Yepes. 2007. Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador. Ecuador: Corporación Editora Nacional.
- Rodríguez, José, Alejandra Leal-Guzmán. 2013. Catálogos sísmicos venezolanos: estado del arte. En *Territorio, Recursos Naturales y Ambiente: hacia una historia comparada*, coordinado por Celina Lértora Mendoza, 279-311. Argentina: Ediciones FEPAI: Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano.
- Rodríguez-Pascua, Miguel, Pablo G. Silva, J. Giner-Robles, Raul Perez-Lopez, Maria A. Perucha y F. Martín-González. 2017. ARQUEOSISMOLOGÍA: UNA NUEVA HERRAMIENTA PARA LA SISMOLOGÍA Y LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO. *Revista Otarg: Otras Arqueologías*: 151-169.
- Rosell, Lorena, Carlos Benavente, Swann Zerathe, Sam Wimpenny, y Enoch Aguirre. 2023. Holocene Earthquakes on the Tambomachay Fault near Cusco, Central Andes. *Tektonika* 1 (2): 140-157.
- Rovida, Andrea, Andrea Antonucci, y Mario Locati. 2022. The European Preinstrumental Earthquake Catalogue EPICA, the 1000–1899 catalogue for the European Seismic Hazard Model 2020. *Earth System Science Data* 14: 5213-5231.
- Shepherd, John B., James G. Tanner, Carol McQueen, y Lloyd Lynch. 1997. Seismic Hazard in Latin America and the Caribbean: Final Report; Volume 5, Seismic Hazard Maps for the Caribbean. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:129998058>.
- Singaucho, Juan. Mapa de máximas intensidades sísmicas del Ecuador: criterios estructurales para mejorar la estimación de intensidades. Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2009.
- Stucchi, Massimiliano y Romano Camassi. 1997. Building up a parametric earthquake catalogue in Europe: The historical background. En *Historical and Prehistorical Earthquakes in the Caucasus*, eds. Domenico Giardini y Sergiei Balassanian, 357-374. Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.

- Stucchi, Massimiliano. 1994. Recommendations for the compilation of a European parametric earthquake catalogue, with especial reference to historical records. En *Ec Project RHISE: Review of Historical Seismicity in Europe, 1989-1993*, vol. 2. Milán, Italia: Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico.
- Tavera, Hernando. 2001. Catálogo Sísmico del Perú 1471–1982. Lima, Perú: Instituto Geofísico del Perú, Dirección de Sismología.
- Valensise, Gianluca, Paola Vannoli, Pierfrancesco Burrato, y Umberto Fracassi. 2020. From Historical Seismology to seismogenic source models, 20 years on: Excerpts from the Italian experience. *Tectonophysics* 774: 1-45.
- Wolf, Teodoro. Crónica de los fenómenos volcánicos y terremotos en el Ecuador. Ed. Augusto N. Martínez. Quito: Universidad Central, 1904 (1873).

Libros

- Abad, Lourdes, y María Tommerbakk. 2009. Ciudad y arquitectura republicana de Ecuador: Cuenca. En: *Ciudad y arquitectura republicana de Ecuador (1850-1950)*, 157–212. Pontificia Universidad Católica del Quito, Ecuador.
- Cabrejos-Fernández, Martín. 2016. Almácigos de Historia Lambayecana. Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Ceriola, Juan. 1909. Compendio de la historia del periodismo: 1792 – 1895. Guayaquil, Ecuador: Sociedad Filantrópica del Guayas.
- Checa, Antonio, coord., María Luján, coord., Ruth Lara, coord., Patricia Ramos y Andrés Vega. 2019. *Historia de la Comunicación Social del Ecuador: prensa, radio, television y cibermedios*. Vol. I: Azuay, Loja y el austro ecuatoriano. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- CPE INEN 005-1. Código Ecuatoriano de la construcción – Capítulo 12. Requisitos generales de diseño: peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculos para diseño sismo-resistente. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, Ecuador, 2001.
- Egred, José. 1990. Catálogo de Terremotos del Ecuador. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Gomezjurado, Javier, coord. 2014. *Historia de las Telecomunicaciones del Ecuador*. Quito, Ecuador: Academia Nacional de Historia.
- Grünthal, G., Musson, R., Schwarz, J., y Stucchi, M. (eds.). 1998. *European Macroseismic Scale 1998: EMS-98*. Potsdam: GFZ German Research Centre for Geosciences. <https://doi.org/10.2312/EMS-98>.
- Hermanos Redentoristas. s.f. *Crónica del Convento de Cuenca*. Tomo 1. S.l.: s.e.
- Luján, María, coord., Ruth Lara, coord., Antonio Checa, coord., y Diana Rivera. 2019. *Historia de la Comunicación Social del Ecuador: prensa, radio, televisión y cibermedios*. Vol. II: Chimborazo, Tungurahua, Bolívar y Cotopaxi. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Michetti, Alessandro, Audemard, Franck, Azuma, Takashi, Clague, John, Commerci, Valerio, Esposito, Eliana, Guerrieri, L., Gürpinar, A., McCalpin, James, Mohammadioun, B., Mörner, Nils-Axel, Ota, Yoko, Porfido, Sabina, Roghazin, E., Serva, Leonello, Tatevossian, R., y Vittori, Eutizio. 2010. *Escala Medio-ambiental de Intensidad Sísmica ESI-2007 INQUA*. Basada en los efectos ambientales y geológicos de los terremotos (versión en español, 2010).
- Ministerio de Educación Pública. *Breve historia de los principales terremotos en la República del Ecuador*. Col.

- NEC-SE-DS. Norma Ecuatoriana de Construcción – Capítulo Peligro Sísmico y Diseño Sismorresistente. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Quito, Ecuador, 2015.
- Rivadeneira, Francisco, Mónica Segovia, Alexandra Alvarado, José Egred, Liliana Troncoso, Sandra Vaca, y Hugo Yepes. 2007. Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Rivera, Néstor, Manuel Rivera y Juan Bautista Stiehle. 2008. Arquitecto Redentorista: Biografía y Correspondencia. Cuenca: Editorial Cuenca.

Documentos Históricos

- Carta de Quito. 1893. 27 de septiembre.
- El Anotador. 1887. Guayaquil, 1 de julio, núm. 2. Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.
- El Bolivarense. 1887. Guaranda, 2 de julio, núm. 15. Hemeroteca Digital de la Biblioteca de la Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- El Bolivarense. 1887. Guaranda, 21 de julio, núm. 17. Hemeroteca Digital de la Biblioteca de la Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- El Globo. 1887. Guayaquil, 30 de junio. Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.
- El Globo. 1893. Guayaquil, 26 de septiembre, núm. 1823. Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional Eugenio Espejo.
- El Globo. 1893. Guayaquil, 29 de septiembre, núm. 1826. Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional Eugenio Espejo.
- El Lábaro. 1887. Loja, 7 de julio, núm. 9. Biblioteca Aurelio Espinosa Pólit, Quito.
- El Progreso. 1887. Cuenca, 14 de julio, núm. 76. Biblioteca Víctor Manuel Albornoz, Museo Nuclear Pumapungo, Cuenca.
- La Nación. 1893. Guayaquil, 6 de septiembre. Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.
- La Nación. 1893. Guayaquil, 7 de septiembre. Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.
- La Patria. 1893. Babahoyo, 23 de septiembre, núm. 16. Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.
- Lizarzaburu, Pedro. 1893. Carta No 81 del Ministerio del Interior al Gobernador del Azuay, Quito, 23 de septiembre de 1893. Documento 11069, Archivo Histórico de Casa de la Cultura, Núcleo del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Los Andes. 1887. Guayaquil, 2 de julio. Archivo Histórico Camilo Destruge, Biblioteca del Municipio de Guayaquil, Guayaquil.
- Los Andes. 1893. 19 de septiembre, núm. 3580. Hemeroteca Digital de la Biblioteca de la Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- Rosales, Fidel. 1893. Carta del párroco de Chaguarurco al Administrador Apostólico de la Diócesis de Cuenca, 6 de septiembre de 1893. En Diócesis de Cuenca, Archivo Histórico del Museo Nuclear Pumapungo, Cuenca.