

ARQUEOLOGÍA MEXICANA

UNA PROPUESTA DE ESCALA DE INTENSIDAD SÍSMICA OBTENIDA DEL CÓDICE NÁHUATL *TELLERIANO REMENSIS* *A Proposal of a Seismic Intensity Scale Obtained from the Nahuatl Codex Telleriano Remensis*

Víctor Hugo Garduño-Monroy

Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México



Figura 1. Los tlacuilos, escritores aztecas que realizaron importantes y detalladas descripciones de los fenómenos naturales.

RESUMEN. Antes de la llegada de los españoles a América, entre los siglos XIV y XVI, los hechos y acontecimientos de la vida diaria fueron registrados por los pueblos nativos con símbolos en los códices. Muchos de esos códices fueron destruidos por los españoles al ser considerados una forma de idolatría. Sin embargo, en México y en el extranjero existen aún varios códices que fueron dibujados por los tlacuilos, personas con conocimientos en diferentes disciplinas como los procesos naturales, la biodiversidad, las guerras y los problemas sociales y religiosos. Uno de ellos, con una gran cantidad de información, es el código conocido como Telleriano

Remensis. Este contiene representaciones de diversos procesos naturales como el clima, las erupciones volcánicas y los sismos, así como de procesos de tipo social, político y religioso, entre otros. Un análisis geocientífico cuidadoso de este código, consultando la literatura relacionada, ha permitido encontrar evidencias de doce eventos sísmicos que quedaron registrados en el espacio y en el tiempo. Los sismos se representaron con dos símbolos combinados correspondientes a la tierra y al movimiento. Por separado, ninguno de estos dos símbolos está relacionado con los sismos, si bien juntos sí representan un evento sísmico cuyos efectos

Recibido: 9/6/2016. Modificado: 10/7/2016. Aceptado: 18/7/2016. Publicado: 25/7/2016.

podrían reflejar una intensidad o grado V en la escala de intensidad sísmica ambiental conocida como ESI (Environmental Seismic Intensity) 2007. Pero también se plantea la posibilidad de que el pueblo náhuatl hubiera conseguido una escala de intensidades de sismos antes de las escalas modernas. **PALABRAS CLAVE:** eventos sísmicos históricos, escala de intensidad ESI 2007, evaluación de sismos.

ABSTRACT. Before the arrival of the Spaniards in America, between the fourteenth and sixteenth centuries A.D., events and daily life were described through symbols in documents called codices. During the conquest, the Spaniards destroyed many of the codices because they were viewed as idolatrous. In Mexico and overseas there exist a number of codex that were artistically and consistently drawn by the Tlacuilo people who had strong knowledge in different disciplines, including natural processes, biodiversity, war, and social and religious problems. These codices contain five kinds of glyphs: numerals, calendrical, pictographic, ideographic and phonetic. One codex that contains an especially large amount of information about natural processes such as climate, volcanic eruptions, and major earthquakes, is the Telleriano Remensis. A careful analysis of this codex and related documents provides evidence for 12 earthquakes defined in space and time. Earthquakes were represented by two combined symbols: motion and earth. These symbols are not related to earthquakes themselves, but together, represent a seismic event, whose effects could be related to intensities of V in the ESI 2007 scale. The effects interpreted in the codex (tilted buildings, rolling stones, landslides, and human migration) suggest that earthquake strengths are very similar to those described in the 2007 ESI scale. The Mexicas, influenced by the Mayan culture, assigned a determined number of bars (tlalli) to each earthquake giving them a numerical representation and scale. This indicates that prehispanic cultures, such as the Aztec (Mexicas), Mixtec and Zapotec, already had some assessment criteria to scale earthquakes and their effects. **KEYWORDS:** Prehispanic seismic events, Intensity scale, ESI 2007 scale.

INTRODUCCIÓN

La historia de Mesoamérica antes del siglo XV fue grabada en códices, a través de hermosos sím-

bolos que constituían una forma de escritura para registrar creencias religiosas, acontecimientos políticos y naturales y eventos que anunciaban buenas o malas noticias. Los códices son documentos históricos que también pueden utilizarse para estudiar la presencia y efectos de sismos pasados, ya que es posible identificar símbolos que los representan. Hasta ahora, estos símbolos han sido usados por los antropólogos únicamente para interpretar acontecimientos sociales, políticos y religiosos, sin definir datos más precisos sobre la intensidad o los efectos de los terremotos. La intensidad de un sismo es una descripción cualitativa de los efectos. En esta descripción intervienen la percepción de las personas así como los daños materiales sufridos a causa del fenómeno. Los códices eran producidos por los llamados tlacuilos, personas dedicadas a dibujar y colorear los códices que ponían mucho cuidado en incluir solo la información considerada relevante. Los tlacuilos se capacitaban en la escuela azteca llamada *calmecac*, donde aprendían a representar detalles de eventos naturales y sociales suficientemente importantes para ser incluidos en un documento oficial (fig. 1). Por ello, los hechos plasmados en un códice tienen un buen grado de verosimilitud, al menos en lo que se refiere a acontecimientos naturales.

Los códices podrían ser dibujados en piel de ciervo, papel amate, algodón y papel hecho a base de pencas de maguey. En términos generales, los códices contienen cinco tipos de pictogramas: numerales, temporales, pictográficos, ideográficos y fonéticos. Uno de los más famosos códices es el conocido como *Telleriano Remensis*, que fue escrito en el siglo XVI y contiene eventos históricos que ocurrieron desde épocas precolombinas hasta el dominio español. El códice contiene varios dibujos relacionados con fenómenos sísmicos que afectaron a la parte central de México. En la cultura azteca, los sismos eran considerados como el anuncio de la llegada del Quinto Sol o quinta etapa en la que su mitología había dividido la evolución del universo, pues pensaban que estaban viviendo la porción final de una época.

En el códice *Telleriano Remensis*, el símbolo utilizado para representar un sismo fue el *tlalollin*, que en el idioma náhuatl está compuesto por dos glifos: el *tlalli* (que significa tierra o suelo), representado por una barra de color *beige* con puntos, y el *ollin* o movimiento, representado por una hélice (Kovach 2004). La combinación de ambos glifos se traduce como un movimiento del suelo, es decir, un terre-



Figura 2. Representación de los sismos con el símbolo combinado *Tlalli-Ollin*. El sismo está representado en este dibujo del códice *Magliabechiano*, donde se ve una escena de sacrificio y una pirámide y banderín en movimiento (sismo).

moto o sismo (Rojas *et al.* 1987; García y Suárez 1996) (fig. 2). Abrams (1971) publica un interesante comentario sobre los aspectos de la colonia en el códice *Telleriano Remensis*. Este autor retoma la descripción de varios sismos, relacionando las barras del *tlalollin* con parcelas de tierra. También dicho autor comenta sobre los números del calendario, mencionando los glifos más importantes de los días (*Calli, Tochtli, Acatl y Tecpatl*).




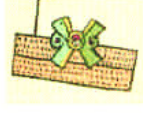





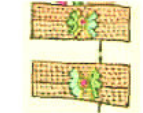








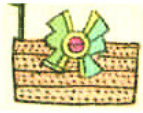










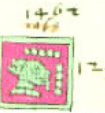


Para el registro de los sismos, de los eventos telúricos, destacan el códice *Telleriano Remensis*, el *Aubin* o de 1576, el *Mexicanus*, los *Anales de Cuauhtinchan* o *Libro de los Guardianes*, los *Anales de Tlatelolco*, las *Relaciones originales de Chalco-Amaquamecan*, los *Allales Tolteca-Chichimecas* y los *Anales de Diego García*, principalmente; donde se ha encontrado una treintena de representaciones de eventos sísmicos (Rosenblueth *et al.* 1992). Perri (2008), retomando lo descrito por Quiñones-Kerber en 1995 del códice *Telleriano Remensis*, describe dos páginas donde quedaron dibujados dos eventos sísmicos en 1530 y un sismo en 1533. Destaca que en el sismo de 1530 se relaciona la muerte de un personaje importante. Del glifo del sismo menciona que el hecho de haber una planta de maíz y una jarra podría estar relacionado con el mes del evento.

Una primera propuesta de la relación entre *tlalollines* y valores de intensidad sísmica fue presentada por Garduño-Monroy (2015) quien se basó en que las barras (*tlalli*) no son parcelas de tierra, más bien son barras que representan la unidad de 5 tanto en los números mayas como en la numeración náhuatl. Argumentando además que para que

los tlacuilos dibujaran un glifo de sismo, este debería tener una intensidad mayor a 5 (una sola barra). Sismos menores en el concepto de intensidad son muy poco sentidos y sus daños son casi imperceptibles, por lo tanto los tlacuilos no dibujaban el símbolo de sismo importante (*tlalollin*). Existen entonces algunas preguntas. ¿Las barras representan parcelas de tierra o representan la unidad de 5? ¿Por qué los tlacuilos diferenciaron los sismos con número de barras? ¿Hay una relación entre el número de barras y los daños o efectos generados por el sismo?

En el presente documento se fundamenta mejor esa relación presentando la combinación de esos símbolos que figuran en el códice *Telleriano Remensis*, apoyada con las bases del sistema de numeración maya; pero sobre todo haciendo una relación entre los daños y efectos del sismo (intensidad) y el número de barras dibujado, todo ello bajo el criterio de un geocientífico. Con ello se obtiene una escala de intensidad sísmica semejante a la escala de Mercalli y a la de intensidad sísmica y ambiental ESI (*Environmental Seismic Intensity*) 2007. Con arreglo a esta nueva escala, se propone con criterios geocientíficos que cada símbolo *tlalollin* en el códice referido documenta un evento sísmico con intensidades que van de V a VIII en la escala ESI 2007. Adicionalmente, este trabajo propone una posible interpretación de los diferentes símbolos de sismos y de sus efectos de acuerdo a lo que se puede interpretar en el códice *Telleriano Remensis*. Bajo esta idea, en este códice se habría utilizado una escala de intensidad sísmica de origen precolombino.

Tabla 1. Relación de los 12 terremotos registrados en el código *Telleriano Remensis*. Incluye el glifo de sismo (*tlalollin*) e indicaciones de efectos colaterales y la intensidad equivalente en la escala ESI 2007 sugerida por la cantidad de barras (o *tlallis*) en cada glifo.

Número	Tlalollin	Símbolo asociado	Año	Escala ESI 2007	Escala Telleriano Remensis	Efectos
12				VIII	X tlalli	Migraciones humanas
11				V-VI	VI tlalli	Actividad estelar
10				V-VI	VI tlalli	Actividad estelar
9				V-VI	VI tlalli	
8				V-VI	VII tlalli	Sacudimiento de arboles
7				VII	VI tlalli	Actividad estelar nevadas y mortandad
6				VII-VIII	VIII tlalli	Actividad estelar Eclipse parcial, 2000 guerreros mueros por un lahar en el Río Tuzac
5				V-VI	VI tlalli	Mortandad
4				V-VI	V tlalli	
3				V-VI	V tlalli	
2				V-VI	VI tlalli	
1				V-VI	VI tlalli	

EL CÓDICE *TELLERIANO REMENSIS*

El código *Telleriano Remensis* fue producido en el siglo XVI en México. Su nombre fue establecido por el notable naturalista alemán Alexander von Humboldt en referencia a Charles-Maurice Le Tellier, arzobispo de Reims, quien poseía el manuscrito a finales del siglo XVII. La primera publicación de este código la hace Lord Kingsborough en 1840, la cual resultó una edición deficiente en sus dibujos y escritura.

El código se divide en tres secciones. La primera sección, que incluye las siete páginas iniciales, describe el calendario solar de 365 días llamado *xiuhpohualli*. La segunda sección, que abarca de la página 8 a la 24, es un *tonalamatl* describiendo el *tonalpohualli* o calendario de 260 días. La última sección, a partir de la página 25 en adelante, describe ascensiones y muertes de gobernantes, batallas, la ocurrencia de algunos sismos, erupciones volcánicas y eclipses, desde el siglo XIV hasta el XVI; así como otros acontecimientos que ocurrieron durante el periodo colonial temprano en México. Los documentos que existen en el Vaticano y en París son copias de los documentos primitivos, posiblemente provenientes de Tlatelolco.

En cuanto al símbolo *tlalollin*, producto de la combinación de los glifos de la tierra y del movimiento, fueron Rojas *et al.* (1987) quienes lo identificaron, siendo los primeros en sugerir que este glifo podría estar relacionado con la intensidad de los terremotos. En el código *Telleriano Remensis* se han identificado doce glifos *tlalollin*, que representan a otros tantos eventos sísmicos, aunque con ciertas variaciones en el número de barras y en la posición del *ollin* (ver tabla 1). Las variaciones en el glifo son las siguientes:

A) Eventos sísmicos en los que el glifo *ollin* está posicionado inmediatamente arriba de la barra o barras del glifo (*tlalli*) que representa a la tierra o suelo.

B) Eventos sísmicos donde el *ollin* se encuentra dentro de la primera barra del glifo de la tierra.

C) Eventos sísmicos donde el *ollin* se ubica por completo dentro de las barras 1 y 2 del glifo de la tierra.

D) Eventos sísmicos en los que el *ollin* se encuentra por completo entre la segunda y quinta barras del glifo de la tierra.

E) Eventos sísmicos donde hay más de un glifo *ollin* por encima de la barra o barras del glifo de la tierra.

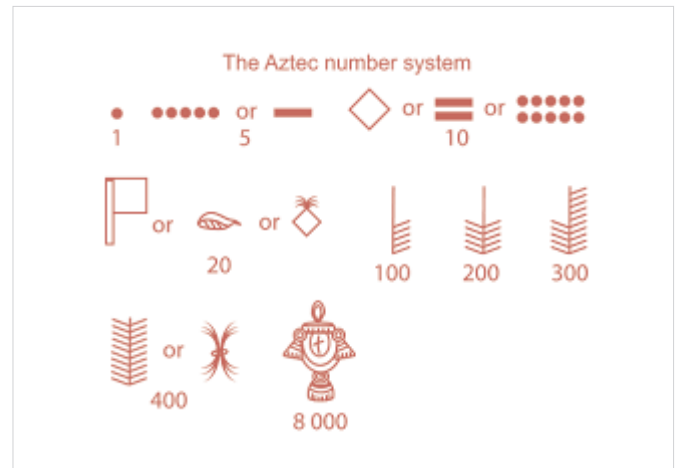


Figura 3. Sistema numérico maya-azteca donde las barras tienen un valor de 5. El número 400 (en el recuadro) representa el número de guerreros muertos en la figura 5.

En este último caso, García y Suárez (1996) han sugerido que la cantidad de *ollines* representa el número de terremotos ocurridos en ese lugar y en ese periodo, lo que podría indicar una o más réplicas del sismo principal, con similar intensidad.

En el código *Telleriano Remensis* se observan también variaciones en los colores del *ollin* y en el círculo central del glifo. En particular, se estima que el círculo es un ojo del dios del sol, *Tonatiuh*, y que cuando este se dibuja abierto el terremoto habría ocurrido durante el día y viceversa (Kovach 2004) (fig. 1 y tabla 1). Los brazos de las hélices están asociados con los puntos cardinales y sus variaciones de color podrían referirse con la sensación de movimiento o con la dirección desde la cual se sintieron los primeros efectos del sismo (Kovach 2004), pero esto último es todavía un tema a discutir debido a su complejidad (ver las variaciones de colores en la tabla 1).

ESCALAS DE INTENSIDAD SÍSMICA: EQUIVALENCIAS ENTRE LA ESI 2007 Y LOS *TALLOLLIN*

Es importante mencionar que en el código *Telleriano Remensis* no se incluyen registros de todos los sismos ocurridos, sino solo de aquellos que tuvieron consecuencias e impactos relevantes entre la población. Las escalas utilizadas actualmente para clasificar la intensidad de los sismos de acuerdo con los efectos percibidos por la población son la escala modificada de Mercalli y la relativamente nueva escala ESI 2007. De acuerdo con esta última, para

Tabla 2. Escala de intensidad sísmica en el código y equivalencia con la escala ESI 2007.

Número de barras o tlalli	Intensidad sísmica		Ejemplos en el código Telleriano Remensis
	Código	ESI 2007	
Una	V		Eventos sísmicos 3 y 4
Dos	VI	V a VI	Eventos sísmicos 1, 2, 5
Tres	VII		Evento sísmico 8
Cuatro	VIII		Evento sísmico 6
Cinco	IX	VII a VIII	Ninguno
Seis	X	VIII	Evento sísmico 12

que un sismo fuera registrado en el código debería haber tenido cuando menos una intensidad mayor o igual a VI, equivalente a una intensidad de V a VI de la escala modificada de Mercalli.

Observando la relación entre las barras (*tlalli*) y las hélices (*ollin*) en el código *Telleriano Remensis*, se propone que un glifo *tlalollin* con una sola barra *tlalli* representa un sismo con intensidad V en la ESI 2007 (fig. 3). Pero en los casos de *tlalollines* con más de una barra, se sugiere que cada una de las barras subsiguientes corresponde a un valor de I.

Así, se propone una escala de intensidad sísmica propia del código *Telleriano Remensis* en la que un *tlalollin* con una sola barra (o *tlalli*) representa una intensidad de V en la escala ESI 2007 (fig. 4), un glifo con dos barras indicaría un sismo de intensidad VI, uno con tres barras representaría una intensidad VII, y así sucesivamente como se indica en la tabla 2. De acuerdo con dicha tabla, la máxima intensidad de los eventos sísmicos registrados en el código sería de VIII en la escala moderna ESI 2007 y, desde luego, ninguno de tales sismos podría haber alcanzado el grado máximo de XII.

Por otro lado, también vale la pena interpretar la posición relativa de las barras y *ollines* en el *tlalollin*. Esto podría ofrecer indicios sobre la profundidad del sismo o la lejanía del epicentro. Por ejemplo, *ollines* ubicados en el interior de varias barras podrían representar eventos sísmicos de alta intensidad con efectos secundarios muy severos. De acuerdo con esto, el evento sísmico número 12, ocurrido en 1542 (ver tabla 1), habría sido el evento de mayor intensidad registrado en el código *Telleriano Remensis*, aunque no existe más información adicional sobre los posibles daños ocasionados por el terremoto.

De cualquier modo, teniendo en cuenta todo el contexto del código, es decir, todos los dibujos de los acontecimientos asociados al momento del sis-

mo, es posible obtener información valiosa sobre los efectos del evento que ayudan a su clasificación moderna. La figura 5 muestra un gran sismo que ocurrió durante un eclipse solar en el año 2 caña (1507). Se trata del evento sísmico número 6 en la tabla 1, para el cual el código registra además que dos mil guerreros aztecas se ahogaron en un río. Una interpretación razonable es que el terremoto podría haber causado un deslizamiento de tierra en la ribera del río Tuzac, en la región mixteca. Este deslizamiento habría provocado una ola que atrapó a los guerreros transitando por el río y que tuvo como consecuencia el ahogamiento de dos mil de ellos (Tucker *et al.* 2007; Escalante 2010).

Si combinamos el símbolo *tlalollin* y los efectos conexos descritos en el código, la intensidad del terremoto habría sido de VIII según la escala sugerida para el propio código, ya que el glifo presenta cuatro barras *tlalli*. En la escala ESI 2007, de acuerdo a los efectos indicados por el código, el evento sísmico número 6 habría tenido una escala entre VII y VIII (fig. 6 y tablas 1 y 2).

El último evento sísmico registrado en el código *Telleriano Remensis* es el número 12, ocurrido en 1542, como se mencionó antes. Como se ve en la tabla 1, el *tlalollin* de este evento tiene el mayor número de barras, con un total de seis *tlalli*, que correspondería a una intensidad de X en la escala del propio código, y que aquí se considera equivalente a VII en la escala ESI 2007 (ver tabla 2). En el código se describe una migración asociada al evento, que podría ser uno de los efectos de los daños causados por el terremoto del año nueve conejo.

Por su parte, el evento número 8, ocurrido en el año 1513, es representado en el código con un glifo de tres barras, lo que lo clasificaría con un grado VII en la escala del código o entre VI y VII en la ESI 2007 (ver tablas 1 y 2), debido entre otras cosas a que los efectos producidos por el terremoto y registra-

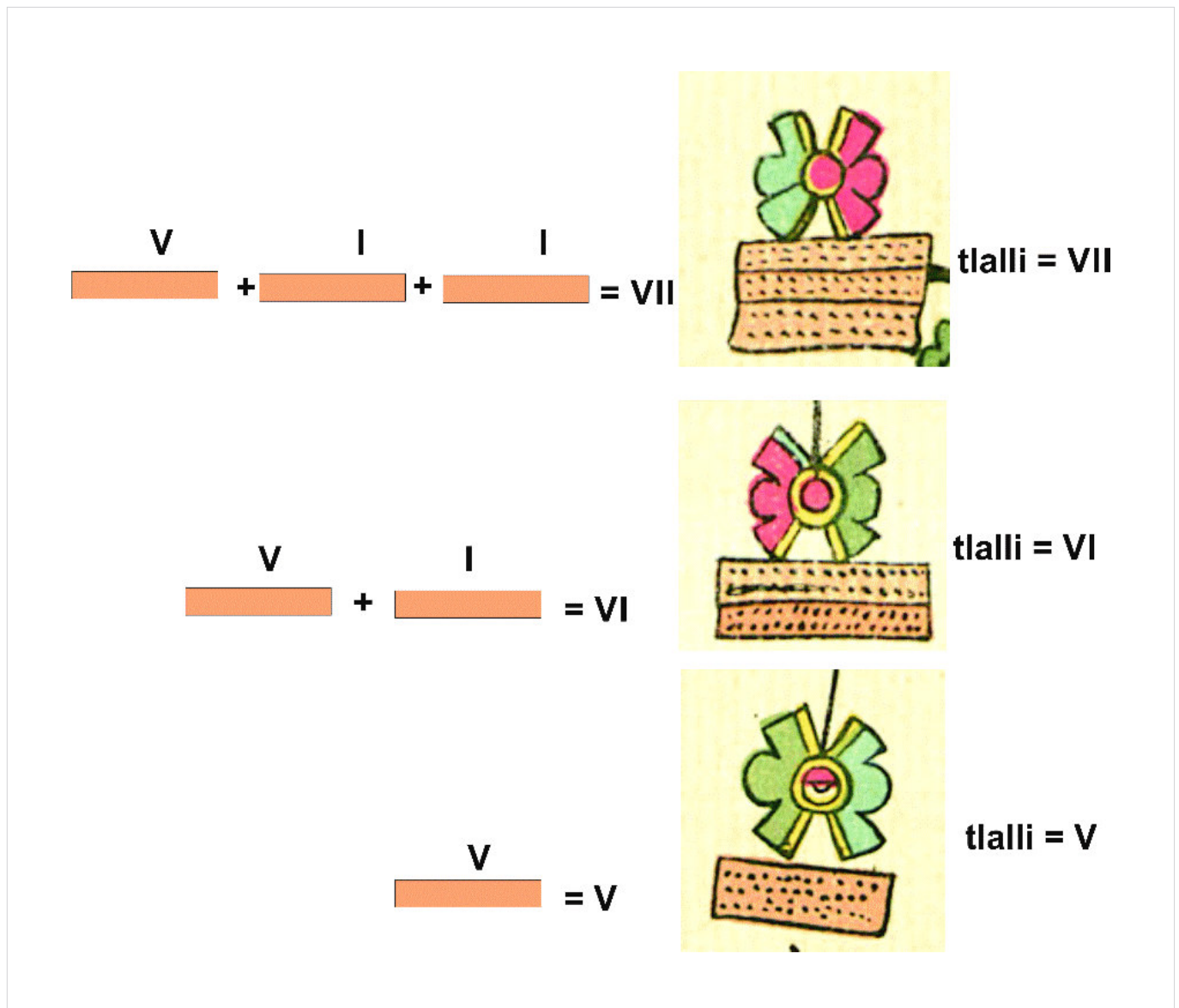


Figura 4. Relación entre *tlalli* (barra) e intensidad.

dos en el código incluyen el sacudimiento de árboles. Por lo tanto, en este contexto, la escala de intensidad sísmica propuesta en este trabajo para el código *Telleriano Remensis* guarda una buena correlación con la escala moderna ESI 2007.

DISCUSIÓN

La intensidad de un sismo es un valor de los efectos de un terremoto sobre las cosas naturales y artificiales, según lo perciben las personas que viven en el área afectada, de acuerdo con una transcripción *sensu lato* de Gaudiosi *et al.* (2014). En el código *Telleriano Remensis* parece claro que la intensidad mínima de un terremoto considerado en los dibujos de los tlacuilos es de alrededor de V en la

escala ESI 2007. Esto significaría que el sismo fue detectado por sus efectos en las cosas y por la percepción de las personas. Eventos sísmicos de menor intensidad parecen no haber sido incluidos en los registros históricos del código, bien porque produjeron un menor impacto en la población o bien porque las consecuencias (daños) no fueron relevantes. Por tanto, no resultaron suficientemente importantes para ser incluidos en la reseña azteca.

Para integrar y describir terremotos que tuvieron un mayor impacto en la sociedad, los tlacuilos parecen haber adoptado la convención de agregar más de una barra (*tlalli*) al momento de dibujar el glifo completo (*tlalollin*). El sistema adoptado y reflejado en el código *Telleriano Remensis* parece ser el descrito en la tabla 2, donde cada *tlalli* adicional a la primera barra suma un grado de intensidad al te-

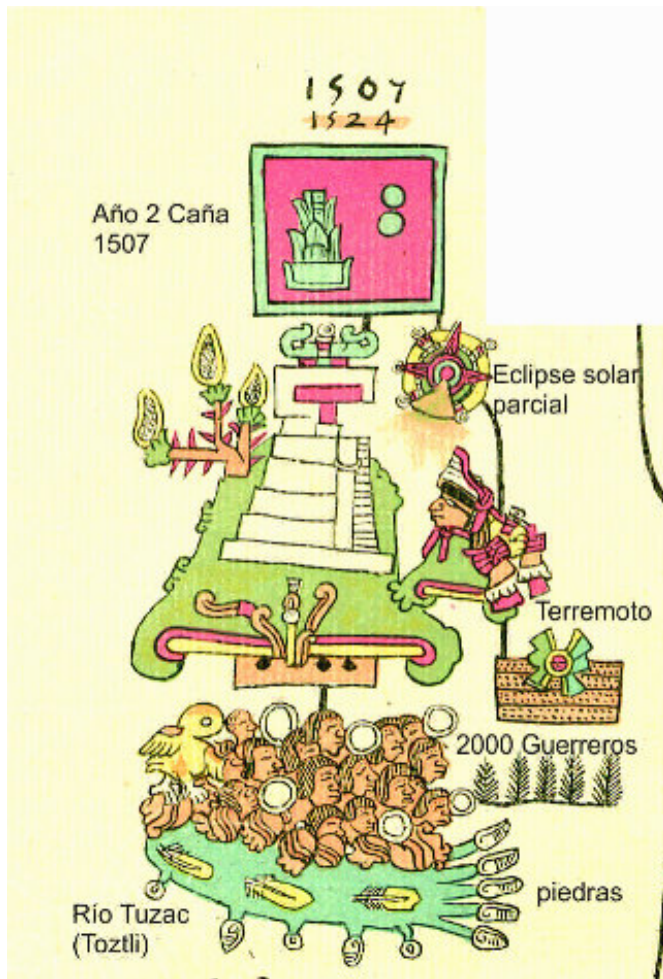


Figura 5. Representación en el códice *Telleriano Remensis* de un terremoto ocurrido en 1507. El flujo de agua con piedras (un probable derrumbe) causó la muerte por ahogamiento de 2000 guerreros.

remoto. Este sistema produce una relación bastante estrecha, aunque no igual, a la escala de intensidad moderna ESI 2007, como se reporta en la misma tabla 2.

Por su parte, la tabla 1 presenta los doce eventos sísmicos referidos en el códice *Telleriano Remensis* con el glifo compuesto *tlalollin*. La primera columna representa el número de terremotos sucesivos, comenzando desde el más antiguo en la parte inferior (número 1) y terminando con los más recientes en la parte superior (número 12). La segunda columna presenta el glifo *tlalollin* específico que le corresponde a cada evento según lo dibujó el tlacuilo en el códice.

La tercera columna presenta los símbolos y glifos que reportan las consecuencias e impactos que dejó el evento sísmico entre la población, pero solo a partir del evento número 5. Los primeros cuatro sismos no incluyen ningún glifo que represente esos impactos, pese a que los dos primeros parecen

haber tenido una intensidad mayor de V. Esto podría deberse a que en efecto los primeros sismos no causaron mayor impacto entre la todavía no muy populosa Tenochtitlán, o bien a que la costumbre de registrar impactos sociales de los terremotos se adoptó después del año 1480, durante el reinado de Tízoc, y por tanto los tlacuilos que escribieron el códice casi un siglo después simplemente no tuvieron nada que reportar. Cabe recordar que aunque Tenochtitlán fue fundada en 1325, el imperio azteca no se forma propiamente hasta 1430 y no comienza su expansión hasta 1440, bajo el reinado de Moctezuma Ilhuicamina.

La cuarta columna de la tabla 1 indica el año tanto con la terminología azteca como su equivalencia en el calendario moderno. La quinta columna indica la intensidad del sismo en la escala ESI 2007, mientras que la sexta columna presenta lo mismo pero en la escala que se sugiere adoptaron los tlacuilos al producir el códice.

Finalmente, en la última columna se explican algunas de las consecuencias e impactos de cada sismo y algunos otros datos, observándose de nuevo que no hay información para los primeros cuatro eventos registrados en el códice.

Por consiguiente, recapitulando, los eventos sísmicos más relevantes reportados en la tabla 1, y por tanto en el propio códice, fueron como sigue:

— Evento número 6, ocurrido en 1507, con cuatro barras (categoría VIII en la escala del códice) y de intensidad equivalente entre VII y VIII en la escala ESI 2007. Los símbolos relativos a los eventos asociados representan el ahogamiento de dos mil guerreros en la región mixteca (fig. 5), probablemente debido a un deslizamiento de tierra provocado por el terremoto, que transformó el derrumbe y el agua del río Tuzac (Toztli) en un flujo de detritos (Tucker *et al.* 2007), como se ha comentado antes.

— Evento número 7, producido en 1512 con solo dos barras, pero con un probable par de réplicas representadas por los otros dos *ollines* para un total de tres glifos de movimiento. La intensidad en la escala del códice sería de VI por sus dos únicos *tlalillis*, pero se le asigna tentativamente una intensidad VII en la escala ESI 2007 debido a sus probables réplicas. Este evento (fig. 6) ocurrió en correspondencia a un fenómeno hidro-meteorológico que provocó víctimas entre la población.

— Evento número 12. Es un terremoto ocurrido en 1542, ya con más de 20 años de periodo colonial. Es el evento más reciente descrito y parece ser el más intenso de todos los que aparecen en el có-

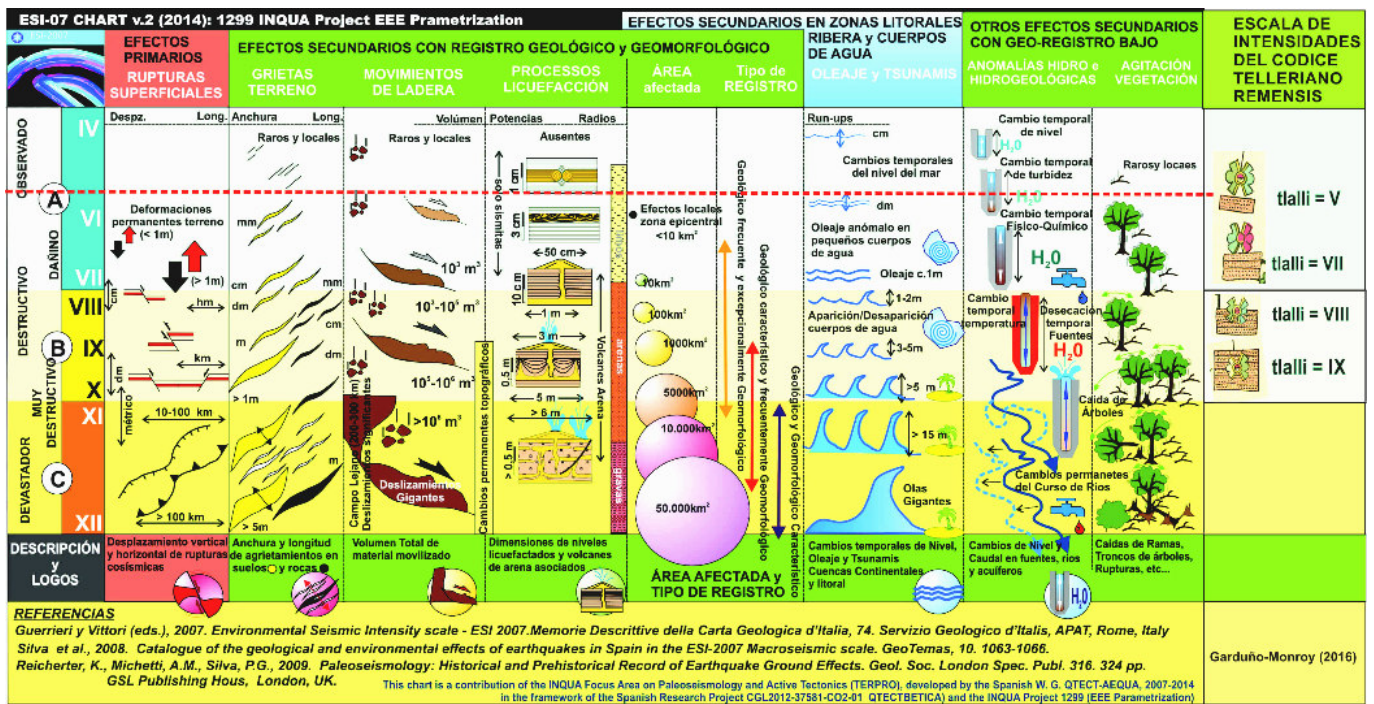


Figura 6. Relación entre la escala de intensidad ESI 2007 y los registros del código Telleriano Remensis. La línea roja es la intensidad V (Rodríguez-Pascua et al. 2011).

dice, con seis barras o *tlallis*, lo que equivaldría a una intensidad X en la escala propia del código. Se considera que equivale a una intensidad de VIII en la ESI 2007.

El símbolo de sus consecuencias e impactos probablemente corresponde a la migración de los habitantes de las zonas afectadas hacia lugares más seguros. Entre las zonas más afectadas por este sismo no parece haber estado la ciudad de México, ya que no hay registros de alguna migración parecida.

La asociación de la cantidad de glifos de la tierra (*tlalli*) con una representación numérica que indica la intensidad del sismo, según fue percibida por los pobladores de la zona afectada, representa sin duda un notable avance de la cultura azteca que habría llegado a establecer una escala de intensidad sísmica que precede en tres siglos a la del vulcanólogo italiano Giuseppe Mercalli.

De ser así, los escritores o tlacuilos aztecas no solo relataron eventos culturales, sociales, políticos y religiosos, sino también eventos naturales, algunos de los cuales se consideraron presagios ominosos (como el paso de cometas). También, en el caso de los fenómenos sísmicos, lograron diseñar una rudimentaria forma de cuantificarlos a partir de su intensidad. Esta información podría ser una herramienta importante al analizar los datos arqueosismológicos.

CONCLUSIONES

— Según los datos e interpretaciones de este estudio, es evidente que algunos antiguos códigos mexicanos incluyen pictogramas específicos para representar terremotos, que fueron fenómenos naturales y tsunamis (y en algunos casos catastróficos) en las culturas asentadas en Mesoamérica. En concreto, el pictograma o glifo que representa terremotos ha sido denominado como *tlalollin*, que en lengua náhuatl resulta de una combinación del glifo de la tierra o suelo, llamado *tlalli*, y del símbolo del movimiento, denominado *ollin*.

— Los autores de los códigos, llamados tlacuilos, no solo registraron la ocurrencia de terremotos mediante los *tlalollines*, sino que también relacionaron las principales consecuencias de algunos eventos particularmente catastróficos; y aparentemente intentaron valorar su intensidad en términos de una escala empírica según la percepción y los efectos causados en los habitantes y sus asentamientos. Al menos así parece ocurrir en uno de esos códigos escrito en el siglo XVI y denominado *Telleriano Remensis*.

— En este código, la escala de intensidad sísmica parece ser definida por la cantidad de *tlallis* o barras en el glifo del *tlalollin* respectivo, partiendo de un valor de V para un *tlalollin* con una sola barra, e incrementándose un número por cada barra adicio-

nal: intensidad de VI para dos barras, VII para tres y así sucesivamente.

— Esta escala empírica interpretada en el código *Telleriano Remensis* presenta cierta correspondencia con la escala de intensidad sísmica ambiental ESI 2007. En este trabajo se propone una equivalencia entre los grados de intensidad en esta escala moderna y la escala del código.

— Hay doce eventos sísmicos descritos en el código *Telleriano Remensis*, partiendo del más antiguo (número 1), ocurrido en 1460, y terminando con el número 12, ocurrido en 1542. Este último parece ser el más intenso, con seis barras en su *tlalollin* y un valor correspondiente de VIII en la escala ESI 2007, habiendo provocado probablemente el desplazamiento o migración de una parte de la población de la zona afectada. El evento más mortífero, sin embargo, parece haber sido el número 6, ocurrido en 1507, y representado con cuatro *tlallis* en su *tlalollin* (VIII en la escala del código). Su intensidad equivalente en la escala ESI 2007 está entre VII y VIII, pero al parecer el sismo provocó un deslizamiento de tierra que causó la muerte por ahogamiento de dos mil guerreros en un río de la región mixteca.

— Los primeros cuatro sismos registrados en el código *Telleriano Remensis*, entre 1460 y 1480, no presentan pictogramas relativos a sus efectos entre la población, lo que puede deberse a que no hubo mayores impactos o bien a que estos no quedaron registrados.

— Esta escala precolombina de intensidades parece ser la más antigua registrada y podría ser una importante herramienta en los estudios de arqueología y arqueosismología.

Es claro que trabajos futuros en este tema de los sismos en los códigos o de los fenómenos naturales deben ser abordados en forma multidisciplinaria.

Agradecimientos

Agradezco la ayuda de Luis C. A. Gutiérrez Negrín y Raúl Pérez con ideas y el formato del texto. Agradezco a Emilia Giorgetti por todos los aportes y sugerencias. Las ilustraciones y el formato fueron editados por M. Dossin y C. Garduño-Israde. Agradezco también a Carlos Paredes su tiempo de discusión y sugerencias. Este trabajo fue apoyado con recursos del proyecto CONACyT de ciencia básica n.º SEP-CONACYT-CB-2009-01-134151.

Sobre el autor

VÍCTOR HUGO GARDUÑO-MONROY es Profesor Investigador en el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (INICIT) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Sus investigaciones se centran en estudios de paleosismología y arqueosismología. En los últimos años aplica la potencialidad sísmica en fallas involucradas con campos geotérmicos y zonas volcánicas activas (vhgardunom@gmail.com).

REFERENCIAS CITADAS

- ABRAMS JR., H. L. 1971. Comentarios sobre la sección colonial del código *Telleriano Remensis*. *Anales del INAH* 3: 139-176.
- ESCALANTE GONZALBO, P. 2010. *Los códigos mesoamericanos antes y después de la conquista española*. México: Fondo de Cultura Económica.
- GARCÍA ACOSTA, V., G. SUÁREZ REYNOSO. 1996. *Los sismos en la historia de México, tomo I*. México: Fondo de Cultura Económica.
- GARDUÑO-MONROY, V. H. 2015. A proposed scale of intensity for historical events, based on the symbolism of the codex *Telleriano Remensis*, Mexico. En *6th INQUA International Workshop on Active Tectonics Paleoseismology and Archaeoseismology, 19-24 April 2015, Pescina, Fucino Basin, Italy*.
- GAUDIOSI, G., R. NAPPI, G. ALESSIO, S. PORFIDO. 2014. Breve storia delle misurazioni dell'intensità Macrosismica in Italia da Giuseppe Mercalli fino ai giorni nostri. En *Giuseppe Mercalli, una vita tra insegnamento e ricerca. Contributi presentati per l'inaugurazione dell'Anno Mercalliano = Miscellanea INGV* 24: 104-132. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- KOVACH, R. 2004. *Early Earthquakes of the Americas*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- PERRI, A. 2008. Los folios 44 recto y verso del código *Telleriano Remensis* y la historia colonial de los mexica. *Itinerarios* 8: 129-151.
- QUINONES KEBER, E. 1995. *Codex Telleriano-Remensis: Ritual, Divination and History in a Pictorial Aztec Manuscript*. Austin: University of Texas Press.
URL: <http://www.famsi.org/spanish/research/loubat/Telleriano-Remensis/thumbs0.html>.
- RODRÍGUEZ-PASCUA, M. A., R. PÉREZ-LÓPEZ, J. L. GINER-ROBLES, P. G. SILVA, V. H. GARDUÑO-MONROY, K. REICHERTER. 2011. A comprehensive classification of Earthquake Archaeological Effects (EAE) in archaeo-

- seismology: Application to ancient remains of Roman and Mesoamerican cultures. *Quaternary International* 242/1: 20-30.
- ROJAS RABIELA, T., J. M. PÉREZ ZEVALLOS, V. GARCÍA ACOSTA, EDS. 1987. «Y volvió a temblar»: *cronología de los sismos en México (de 1 pedernal a 1821)*. Cuadernos de la Casa Chata 135.
- ROSENBLUETH, E., V. GARCÍA ACOSTA, T. ROJAS RABIELA, F. J. NÚÑEZ DE LA PEÑA, J. OROZCO CASTELLANOS. 1992. *Macrosismos. Aspectos físicos, sociales, económicos y políticos*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- TUCKER, D. S., K. M. SCOTT, D. R. LEWIS. 2007. Field guide to Mount Baker volcanic deposits in the Baker River valley: Nineteenth century lahars, tephra, debris avalanches, and early Holocene subaqueous lava. En *The Geological Society of America Field Guide* 9, pp. 83-98.