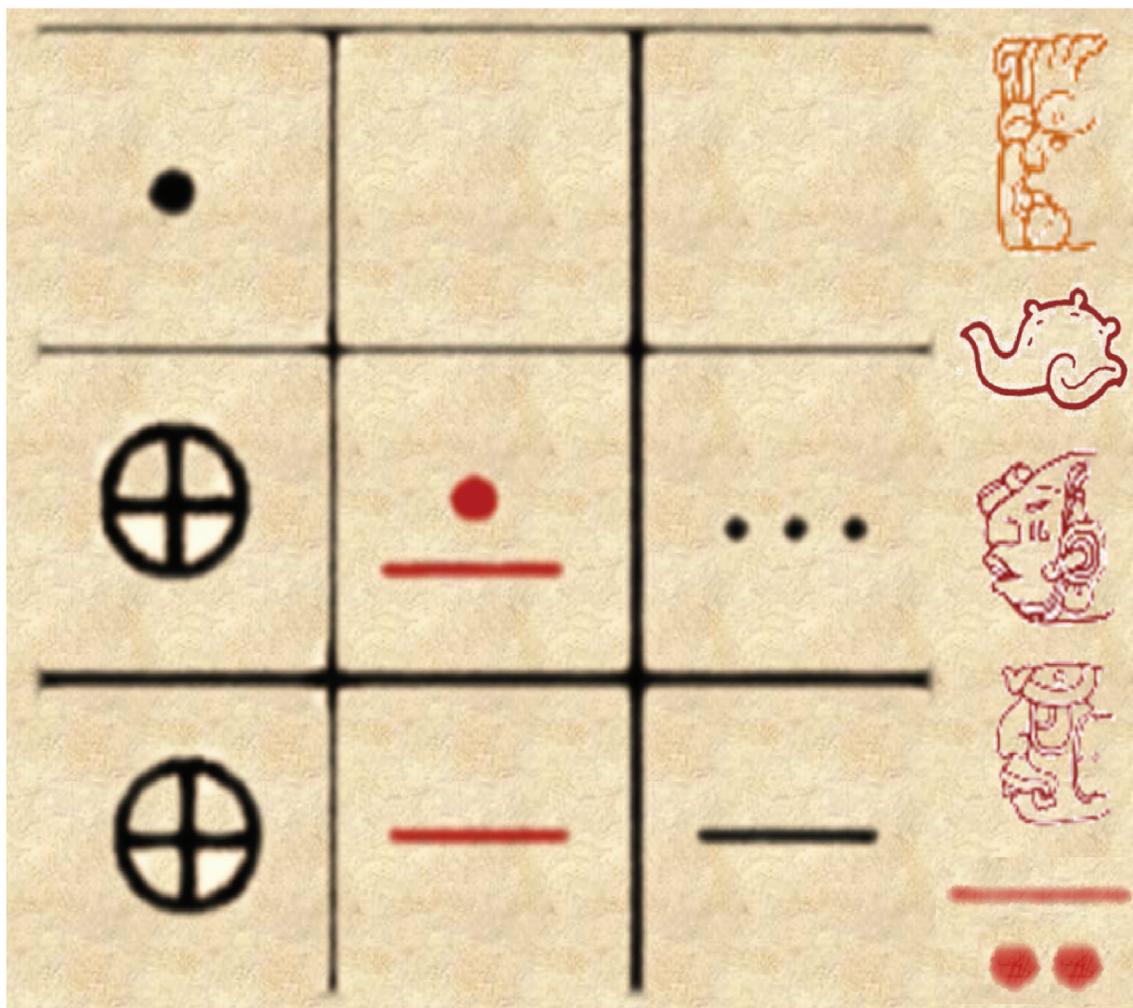


Revista **Tlamati** Sabiduría



UAGro
Dirección General de
Posgrado e Investigación

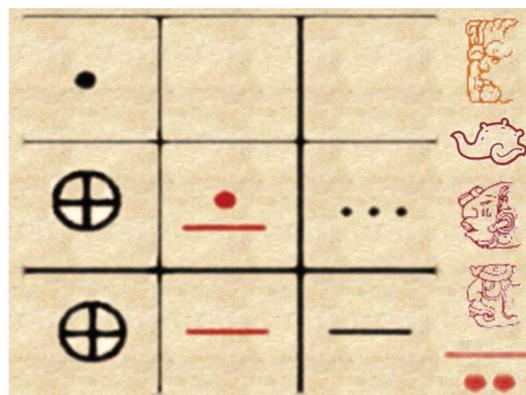
Comité Editorial

Consejo Editorial

Dr. Javier Saldaña Almazán (Presidente)
Dra. Berenice Illades Aguiar (Secretaria)
Dr. Justiniano González González (Vocal)
M. C. José Luis Aparicio López (Vocal)
Dr. Crisólogo Dolores Flores (Vocal)
Dr. Oscar Talavera Mendoza

Editor responsable

Dr. Oscar Talavera Mendoza



Fotografía de la portada: Representación de numerales Mayas en base decimal de la resta $100-65=35$, A la derecha, de arriba abajo, representación en glifos Mayas de los números 2,0,1,4 y los numerales 5 y 2. Autor: Juan Baltazar Cruz Ramírez.

Tomada del artículo: Aspectos didácticos de la aplicación de algoritmos básicos (suma, resta, división y multiplicación), usando numerales Mayas en base decimal en el conjunto de los números Naturales. Un estudio de caso. p. 31

Editores por áreas del conocimiento

Dr. Elías Hernández Castro
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Agropecuarias

Dr. José Legorreta Soberanis
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Biomédicas y de la Salud

Dr. José Francisco Muñoz Valle
Universidad de Guadalajara

Ciencias Biomédicas y de la Salud

Dr. José María Sigarreta Almira
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Exactas y Matemáticas

Dr. Rodrigo Carramiñana
Southern Illinois University

Ciencias Exactas y Matemáticas

Dra. Laura Sampedro Rosas
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Ambientales y Desarrollo Regional

Dr. Ricardo Sánchez García
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Sociales, Filosofía y Sociología

Dra. Luisa Concepción Ballester
Southern Illinois University

Ciencias Sociales, Filosofía y Sociología

Responsable de la Edición

Dr. C. Juan Baltazar Cruz Ramírez

Coordinación Editorial

Lic. Isabel Rivero Cors
MFA Moisés Reyes Román

Corrección de estilo

M. C. Magdalena Martínez Durán

Tlamati Sabiduría; Volumen 5, Número 2, Abril – Junio 2014 es una publicación trimestral editada por la Universidad Autónoma de Guerrero, a través de la Dirección General de Posgrado e Investigación.
Domicilio: Javier Méndez Aponte No. 1, Col. Servidor Agrario, C.P. 39070.
Tel: (01 747) 471 93 10 ext. 3091. Chilpancingo, Guerrero, México.
Site de la revista: <http://posgradoeinvestigacion.uagro.mx>
E-mail: tlamatisabiduria@outlook.com
Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-040817000000-102.
ISSN 2007-2066. Este número se publicó el 29 de Junio del 2014. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación para fines didácticos.

Comité Editorial de Revisores por Área de la Ciencia

BIOLOGÍA Y QUÍMICA

Dr. Eneas Alejandro Chavelas Adame

Dr. Oscar Del Moral Hernández

BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Francisco Palemón Alberto

Dr. Gerardo Huerta Beristaín

Dr. Jaime Olivares Pérez

Dr. Luis Miguel Camacho Díaz

CIENCIAS SOCIALES

Dr. Ángel Ascencio Romero

Dra. América Libertad Rodríguez Herrera

Dra. Columba Rodríguez Alviso

Dra. Cristina Barroso Calderón

Dra. Dulce María Quintero Romero

Dra. Margarita Jiménez Badillo

Dra. Rocío López Velasco

FÍSICO MATEMÁTICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Francisco Julián Ariza Hernández

Dr. Jorge Sánchez Ortiz

Dr. Juan Carlos Hernández Gómez

Dr. Marco Antonio Taneco Hernández

Dr. Martín Patricio Árciga Alejandre

Dra. Ernestina Felicia Castells Gil

HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA CONDUCTA

Dr. Camilo Valqui Cachi

Dr. Osvaldo Ascencio López

Dra. Flor M. Rodríguez Vásquez

Dra. Ma. Gloria Toledo Espino

MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

Dr. Sergio Paredes Solís

Dra. María Eugenia Flores Alfaro

Dra. Iris Paola Guzmán Guzmán

Dra. Mónica Espinoza Rojo



Contenido	Pag.
Editorial	4
C iencias Agropecuarias	
Efecto de la contaminación en suelo por pilas domésticas desechadas sobre el desarrollo de <i>Phaseolus vulgaris</i>, parte 1: Estudio exploratorio. <i>Celso Moisés Bautista Rodríguez, Ángel Pérez Zempoaltecatl, Daniel Cruz González.</i>	5
Fluorescencia de flavonoides en órganos de guayaba <i>Psidium guajava</i> L. <i>Dolores Vargas Alvarez, Marcos Soto Hernández, Víctor A. González Hernández, E. Mark Engleman</i>	18
C iencias Exactas, Ingenierías y Arquitectura	
Diagnóstico del Comportamiento observado en edificaciones durante el sismo de Zumpango, Guerrero, México, (Mw =6.5) del 11 de Diciembre de 2011 y propuestas para reducir la vulnerabilidad estructural <i>Roberto Arroyo Matus, Sulpicio Sánchez Tizapa, C. Patricia Téllez Tapia, E. Rogelio Guinto Herrera</i>	22
M atemática Educativa	
Aspectos didácticos de la aplicación de algoritmos básicos (suma, resta, división y multiplicación), usando numerales Mayas en base decimal en el conjunto de los números Naturales. Un estudio de caso. <i>Juan Baltazar Cruz Ramírez</i>	31
E cología Marina	
Cultivo del langostino <i>Macrobrachium tenellum</i>, alimentado con <i>Artemia franciscana</i> la cual a su vez fue alimentada con dietas unialgales y mixtas de microalgas <i>Donaciano Pérez-Castro, Oscar Talavera-Mendoza, Salomé Branly Olivier</i>	44
C iencias Sociales	
Las estrategias de marketing de las MiPYMES en las ciudades de Matchuala y Ríoverde, San Luis Potosí, México. Un análisis comparativo <i>José Luis Susano García, Marcos Francisco Martínez Aguilar, Juan Manuel Espinosa Delgado</i>	49
La comunicación interpersonal y el suicidio en los jóvenes de Chilpancingo, Gro. Un estudio de casos. <i>María del Socorro Cabrera Ríos, Norma Angélica Sevilla Muñoz, Anabela Latabán Campos, Martín Cornelio Nava</i>	56
R eseñas Científicas	
La genética reversa y el desarrollo de vacunas contra la garrapata del ganado vacuno <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> <i>D. Domínguez García, M. Ortiz Estrada, F. Torres Guzmán, R. Rosario Cruz</i>	60
<i>Pseudomonas</i> sp productoras de biosurfactantes <i>Jeiry Toribio Jiménez, Juan Carlos Velázquez Aradillas, Yanet Romero Ramírez, Miguel Ángel Rodríguez Barrera, José Daniel Chávez González, Joseph Guevera Luna, José Luis Aguirre Noyola, Arely Fierro Torres</i>	66

Editorial

A más de 30 años de esfuerzos editoriales en el área de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Guerrero, se hace necesario hacer un resumen y a la vez, un análisis de los esfuerzos realizados desde la entonces Coordinación de Investigación Científica, para la creación e institucionalización de una revista de divulgación del conocimiento generada al interior de la Universidad Autónoma de Guerrero.

La *Revista Ciencia* marcó el inicio de este esfuerzo en 1990. Promovida por el entonces Coordinador de Investigación Científica, el Dr. Jesús Samper Ahumada (+), la *Revista Ciencia*, como todo comienzo, indicó el rumbo a seguir y sobre todo, mostró los obstáculos a los que un proyecto de este tipo se enfrentaba. La carencia de un presupuesto institucional, la falta de control de revisiones del producto final (la Fe de Erratas de esa revista era casi del tamaño de la misma), la nula distribución al interior y al exterior de la Universidad y sobre todo, la falta de una cultura de publicaciones formales en la comunidad académica de nuestra Universidad, fueron los principales obstáculos a los que se enfrentó este proyecto. Si a esto agregamos que, debido a problemas legales con los editores de la original *Revista Ciencia* publicada por la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), se reformuló y replanteó tanto el formato de la revista, como la formalización de la misma mediante la constitución de un Comité Editorial de Investigación, dando origen a la *Revista de la Investigación Científica* (Marzo de 1991 a Diciembre de 1994), publicación que tomó el lugar de la *Revista Ciencia*.

La *Revista de la Investigación Científica* fue la primera revista de este tipo que se diseñó al interior de la Universidad Autónoma de Guerrero, teniendo como resultado una supervisión más directa por parte de la comunidad académica sobre el contenido publicado. Desafortunadamente, la falta de un presupuesto institucional para su publicación en papel, ocasionó que la publicación no tuviera la continuidad necesaria para instituir un esfuerzo de este tipo, lo que tuvo como consecuencia que se dejara de publicar después de algunos números.

Es en el año 2003 en donde se trata de retomar este esfuerzo, ahora con el nombre de *Revista de Investigación Científica CIENCIA*. Otra vez, fue la falta de un presupuesto institucional la que terminó con este proyecto, pero a la vez, permitió explorar otras opciones. Es en este periodo en donde se publica la *Revista Electrónica de Divulgación Científica, Tecnológica y Humanística Tenocelome* y posteriormente, el Boletín Electrónico *A Ciencia Cierta*. Estas publicaciones se entregaban mediante correo electrónico, ya que nunca se pudo formalizar el hospedaje en los servidores institucionales. El contenido estaba enfocado a la difusión científica y tuvieron una continuidad bimestral, publicándose de forma constante hasta el 2009.

Tlamati Sabiduría es el último esfuerzo que continúa con esta gesta. Publicada en papel desde 2009, su publicación ha sido intermitente pero hasta la fecha, casi constante. Sin un presupuesto formal e institucionalizado para su publicación en papel, y en una época en donde las publicaciones científicas deben responder a estrictas evaluaciones externas y cumplir con estándares académicos bien definidos, es que tomamos el reto de publicar *Tlamati Sabiduría* en formato electrónico.

Siendo ahora una publicación de la Dirección General de Posgrado e Investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero, con un Comité Editorial conformado por reconocidas personalidades académicas de nivel internacional y con la formalización de un Comité Académico de Editores Evaluadores conformado por expertos reconocidos en su particular área de conocimiento, estamos publicando no solo a autores internos, sino que estamos promoviendo la publicación de autores externos a la UAGro, cumpliendo con los requisitos para que en un futuro próximo, sea considerada y evaluada para convertirse en una publicación indexada internacionalmente. Bajo este contexto, presentamos *Tlamati Sabiduría* 5.2.

A todos quienes en su momento han apoyado y revivido el esfuerzo para publicar una revista de difusión científica al interior de la Universidad Autónoma de Guerrero, hacemos un reconocimiento a 23 años de esfuerzo, tenacidad, obstinación y sobre todo, de nuevas propuestas enfocadas en enriquecer este proyecto académico, mismo que esperamos cumpla con la función de impulsar la divulgación del conocimiento, tanto al interior como al exterior de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez





Volumen 5, Número 2. Abril-Junio 2014

Título del artículo.

Diagnóstico del comportamiento observado en edificaciones durante el sismo de Zumpango, Guerrero, México, (Mw =6.5) del 11 de Diciembre de 2011 y propuestas para reducir la vulnerabilidad estructural

Título del artículo en idioma Inglés.

Diagnosis of behavior seen in buildings during the earthquake at Zumpango, Guerrero, Mexico (Mw = 6.5), December, 11th 2011, and proposals to reduce structural vulnerability

Autores.

Roberto Arroyo Matus
Sulpicio Sánchez Tizapa
Celia Patricia Téllez Tapia
Esteban Rogelio Guinto Herrera

Referencia bibliográfica:

MLA

Arroyo-Matus, Roberto, Sulpicio Sánchez Tizapa, Celia Patricia Téllez Tapia y Esteban Rogelio Guinto Herrera. " Diagnóstico del comportamiento observado en edificaciones durante el sismo de Zumpango, Guerrero, México, (Mw =6.5) del 11 de Diciembre de 2011 y propuestas para reducir la vulnerabilidad estructural." *Tlamati*. 5.2 (2014): 22-30. Print.

APA

Arroyo-Matus, R., Sánchez-Tizapa, S., Téllez-Tapia, C. y Guinto-Herrera, R. E. (2014). Diagnóstico del comportamiento observado en edificaciones durante el sismo de Zumpango, Guerrero, México, (Mw =6.5) del 11 de Diciembre de 2011 y propuestas para reducir la vulnerabilidad estructural. *Tlamati*, 5(2), 22-30.

ISSN: 2007-2066.

Publicado el 29 de Junio del 2014.

© 2014 Universidad Autónoma de Guerrero

Dirección General de Posgrado e Investigación

Dirección de Investigación

TLAMATI, es una publicación trimestral de la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista de la Dirección de Investigación de la UAG. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos previa cita de nuestra publicación.



Diagnóstico del comportamiento observado en edificaciones durante el sismo de Zumpango, Guerrero, México, (Mw =6.5) del 11 de Diciembre de 2011 y propuestas para reducir la vulnerabilidad estructural

Roberto Arroyo Matus^{1*}
Sulpicio Sánchez Tizapa¹
Celia Patricia Téllez Tapia²
Esteban Rogelio Guinto Herrera¹

¹Unidad Académica de Ingeniería. Universidad Autónoma de Guerrero, Cd. Universitaria, Chilpancingo, Guerrero, C. P. 39001, Tel. 01 747 47 1 20 87, Ext. 114.

²Área Estructural, Sistema Estatal de Protección Civil, Secretaría de Seguridad Pública y Protección Civil, Gobierno del estado de Guerrero, Chilpancingo, Guerrero 39022

*Autor de correspondencia
arroyomatus@hotmail.com

Resumen

En este artículo se presenta una revisión del comportamiento observado en edificaciones durante el sismo del 11 de diciembre de 2011 en Guerrero, México (Mw =6.5) que afectó sus regiones Central y Norte, incluyendo centros urbanos importantes pero principalmente poblaciones rurales aledañas al epicentro. Aun cuando la magnitud del sismo puede ser considerada como mediana, se produjo daño estructural severo en algunas edificaciones históricas, en viviendas de adobe y sobre todo, en edificaciones recientes. Se establece la imperiosa necesidad de instituir un programa de rehabilitación y refuerzo, tanto en zonas urbanas como en zonas rurales de alto nivel de rezago social; así como la implementación de acciones en las obras en proceso de construcción.

Palabras Clave: Sismo-resistencia, diseño estructural, terremotos.

Abstract

This article reviews observed behavior in buildings during the earthquake of December 11, 2011 at State of Guerrero, Mexico (Mw = 6.5). This earthquake affected Central and Northern regions of State of Guerrero, including major urban centers, but mainly rural populations surrounding earthquake's epicenter. Although magnitude of earthquake can be considered medium, there were severe structural damages to some historic buildings constructed with adobe bricks, and specifically in newly constructed buildings. There is an urgent need to institute a program of rehabilitation and strengthening of urban, and rural areas, and areas of high social gap. In the same way, an implementation of actions focused on strengthening works under construction is required

Key Words: Earthquake-proof structures, structural design, earthquakes.

Como citar el artículo:

Arroyo-Matus, R., Sánchez-Tizapa, S., Téllez-Tapia, C. y Guinto-Herrera, R. E. (2014). Diagnóstico del comportamiento observado en edificaciones durante el sismo de Zumpango, Guerrero, México, (Mw =6.5) del 11 de Diciembre de 2011 y propuestas para reducir la vulnerabilidad estructural. *Tlamati*, 5(2), 22-30.

Introducción

Por su ubicación geográfica en una de las brechas sísmicas de mayor peligro a nivel mundial, el estado de Guerrero se considera uno de los estados mexicanos con gran potencial de liberar súbitamente la energía sísmica acumulada por más de un siglo. Dicho estado se encuentra expuesto a sismos no sólo por la subducción debido al movimiento relativo de la placa de Cocos por debajo de la placa Norteamericana, sino también a sismos corticales de pequeña y mediana profundidad. De acuerdo a Hanks y Kanamori (1979), la escala sismológica de magnitud de momento (M_w) es una escala logarítmica usada para medir y comparar sismos y está basada en la medición de la energía total que se libera en un terremoto. En un lapso de 60 años, los sismos del 28 de julio de 1957 ($M_w = 7.7$), 14 de marzo

de 1979 ($M_w = 7.6$), 25 de octubre de 1981 ($M_w = 7.4$), 7 de junio de 1982 ($M_w = 7.7$), 21 de septiembre de 1985 ($M_w = 7.6$) y 14 de septiembre de 1995 ($M_w = 7.4$), ocurrieron dentro del territorio guerrerense, todos con magnitudes de momento (M_w) superiores a 7.

Una de las poblaciones urbanas que presenta el mayor riesgo sísmico es precisamente Chilpancingo, Guerrero, México con coordenadas $17^{\circ}09'25''N$ $99^{\circ}22'16''$, en donde las aceleraciones del terreno se esperan pudieran ser superiores al 70% de la aceleración de la gravedad (Comisión Federal de Electricidad [CFE], 2008) y en la que se ha detectado vulnerabilidad estructural elevada (Arroyo Matus, 2011). Históricamente, el sismo que provocó los mayores daños en esta ciudad fue el del año de 1957 (véase figura 1).



Figura 1. Edificios colapsados en Chilpancingo, Guerrero tras el sismo de 1957. Fuente: Fototeca UAGro, 2011

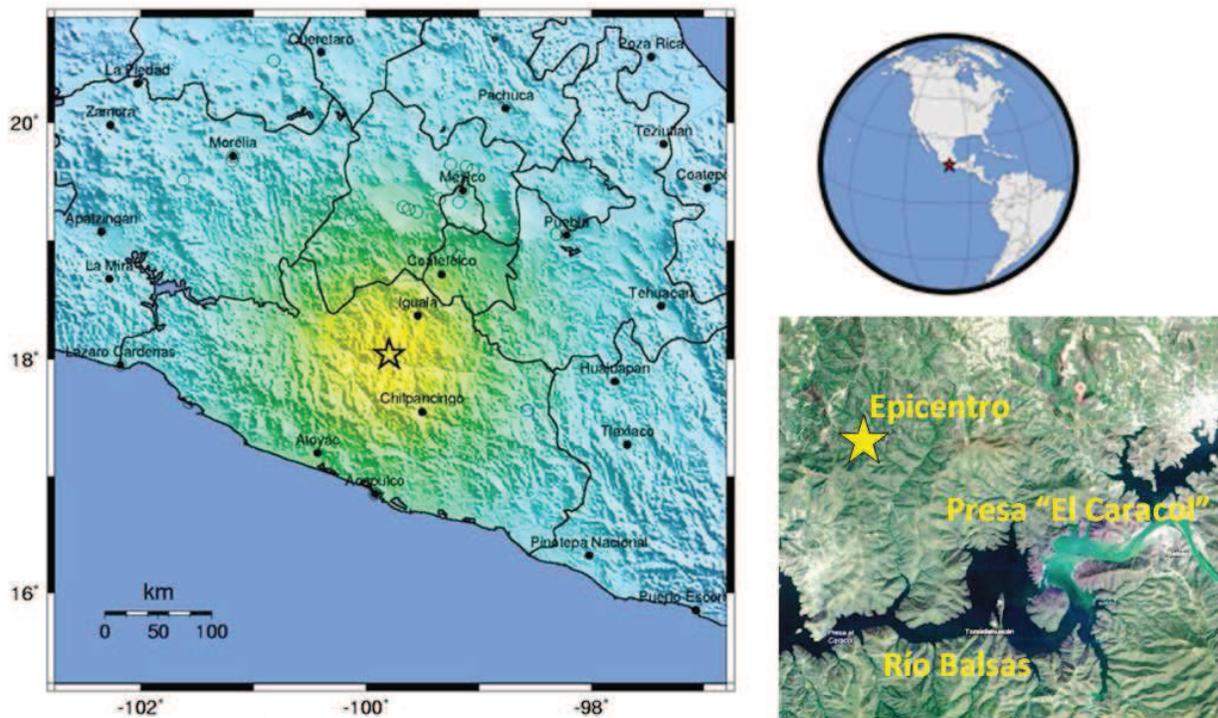


Figura 2. Ubicación del evento principal del sismo del 11 de diciembre de 2011 (USGC, 2011)

Tabla 1

Estimación de daños en la infraestructura física del Estado de Guerrero (SEPC, 2012)

Sector	Afectaciones	Costo de la reconstrucción ¹ (Miles de pesos)	Aportación federal (%)	Aportación estatal (%)	Observaciones
Vivienda	685	\$18,600	50	50	Cuenta con seguro para desastres
Educativo	30 escuelas federales y 10 estatales	\$9,400	95.74	4.26	No está asegurado
Salud	9 unidades médicas, 5 centros de salud y 4 hospitales	\$16,000	50	50	No está asegurado
Monumentos Históricos	3 Museos y 33 templos	\$26,000 ²	100	0	60% no está asegurado

¹ Monto estimado² Los proyectos ejecutivos y presupuestos continúan en proceso de elaboración.

El día sábado 10 de diciembre de 2011, a las 19:47:26 hora local (UTC-6) ocurrió un sismo en los alrededores de la hidroeléctrica “El Caracol” ubicada a 62 km al noroeste de Chilpancingo, Guerrero, México (véase figura 2).

De acuerdo con la Agencia Geológica de los Estados Unidos [United States Geological Survey] (USGS, 2011), el epicentro se ubicó a 18.04° latitud norte y 99.80° longitud oeste, teniendo una profundidad focal de 64.9 km con una magnitud sísmica (Mw) de 6.5 (sismo de magnitud mediana). De acuerdo al Sistema Estatal de Protección Civil (SEPC, 2012), este sismo produjo la muerte de 4 personas. Además, de un total de 81 municipios, 22 presentaron afectaciones de infraestructura en los sectores de vivienda, educativo, salud y monumentos históricos (véase tabla 1).

El costo estimado de las reconstrucciones ascendió a 70 millones de pesos (SEPC, 2012). En el caso de Chil-

pancingo, los daños moderados y severos se concentraron principalmente a lo largo de una franja de zonas aledañas al cauce del Huacapa, río que atraviesa la ciudad del noroeste al sureste (véase figura 3).

Metodología

A raíz de este sismo, diversos grupos de investigadores, técnicos e ingenieros de la práctica del estado de Guerrero, realizaron visitas de campo durante el mes de diciembre de 2011 a febrero de 2012 para evaluar el comportamiento de varias estructuras después del evento. Los tipos de daños que se presentan a continuación, corresponden a registros efectuados en la región centro y norte del estado de Guerrero, México (Chilpancingo, Apaxtla, Zumpango e Iguala), así como comunidades rurales aledañas al epicentro. En el desarrollo de este trabajo se aplicó una metodología mixta en la que se empleó la observación directa, el análisis



Figura 3. Manzanas en las que las edificaciones presentaron daño estructural moderado y severo en la Ciudad de Chilpancingo, Guerrero (Arroyo Matus, 2011)

sis y síntesis de la información así como la búsqueda de la convergencia y la corroboración de los resultados obtenidos.

Resultados

En la comunidad de Apaxtla de Castrejón, Gro; con coordenadas 18°08' 00"N 99°56' 05"O y situada a 20 km del epicentro, se detectaron daños severos en 5 viviendas de mampostería y 63 viviendas de adobe. De estas últimas, 35% presentó agrietamiento en esquinas debido al amarre deficiente entre los muros, con grietas desde el techo hasta la cimentación (véase figura 4a). Además, 24% presentó grietas en esquinas de aberturas (véase figura 4b). El 9% tuvo grietas verticales en el centro de los muros (véase figura 4c).

El edificio del Museo Regional de Chilpancingo, de un

solo entrepiso, posee una escasa densidad de muros en la dirección norte-sur, y un terremoto en 1906 provocó el colapso parcial de la unión que conforma la esquina noroeste; en el encuentro de las alas norte y poniente (véanse figuras 5a y 5b).

Tras el recorrido de las instalaciones del museo, se pudo corroborar daño significativo en esta zona (véase figura 6a), pero también algunos graves en otras partes del edificio (véanse figuras 6b y 6c).

El edificio del Palacio de la Cultura, fue construido a principios de la década de los setenta al poniente del zócalo de la Ciudad de Chilpancingo (véase figura 7a). La estructura original, de estilo modernista, fue concebida con flexibilidad elevada. En 1984 se iniciaron las obras para modificar el estilo arquitectónico original por un estilo romano más robusto y acorde con la arquitectura de los edificios



Figura 4. Agrietamientos: a) esquinas de muros, b) esquinas de vanos, y c) zona central de muros. Fotografías: R. Arroyo Matus

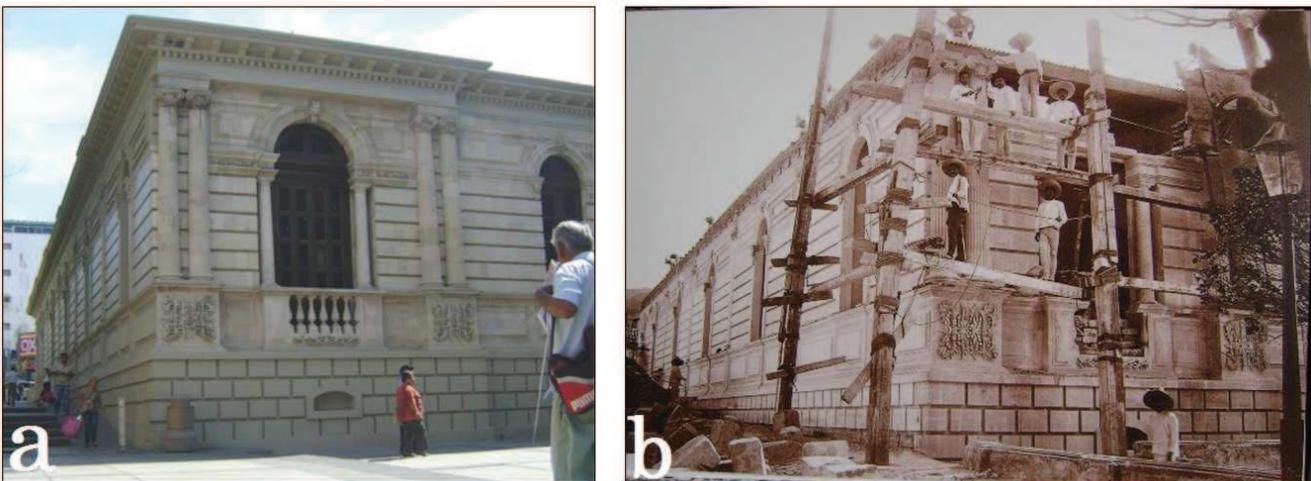


Figura 5. a) Museo Regional de Guerrero, Zócalo de Chilpancingo, Gro. Fotografía: R. Arroyo Matus y b) Obreros participantes en la reconstrucción de la esquina noreste, colapsada parcialmente durante el terremoto de 1906. Fotografía: Exposición temporal de William Niven "Explorador y aventurero", Coordinación Nacional de Antropología, INAH



Figura 6. Daños en el Museo Regional de Guerrero: a) Agrietamiento severo por cortante en dinteles y muros de mampostería. Esquina noreste, muro interior. b) Agrietamiento severo por cortante, con pérdida de recubrimiento, en traves del corredor noreste, y c) Agrietamiento severo de cortante en la fachada norte, producido por el desacoplamiento de sus alas oriente y norte. Fotografías: R. Arroyo Matus.



Figura 7. Fachada principal del Palacio de la Cultura; a) 1990. Fotografía: H. Suástegui Salmerón, b) 2012. Fotografía: R. Arroyo Matus y c) Agrietamiento por torsión de traves de la fachada norte, inducidas por la flexión excesiva de losas planas, Palacio de la Cultura. Fotografía: R. Arroyo Matus.

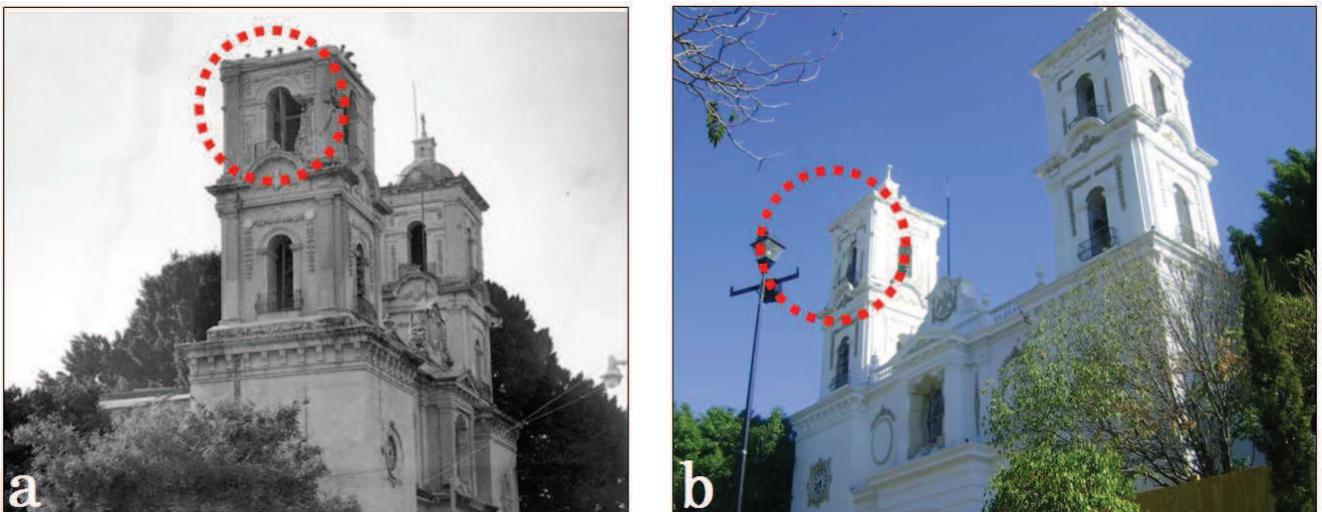


Figura 8. Catedral de Sta. María de la Asunción, en el Zócalo de Chilpancingo, Gro. a) Daños en la torre norte tras los sismos de 1957. Fotografía: Fototeca UAGro, y b) 2011. Fotografía R. Arroyo Matus.

contiguos al zócalo (véase figura 7b). A raíz de los terremotos de 1985 y 1995, y debido a su alta flexibilidad, los daños de la estructura fueron severos, recomendándose la demolición de los tres últimos entresijos y la reparación integral de todos los daños. Sin embargo, aun cuando la masa de la estructura disminuyó drásticamente, el sismo de diciembre de 2011 volvió a evidenciar su vulnerabilidad: Algunas de las travesaños principales perimetrales del tercer entresijo experimentaron un daño severo por torsión, con anchos de grietas de entre 0.8 y 2.4 mm (véase figura 7c).

El templo católico de Santa María de la Asunción (véase figura 8), fue construido a mediados del siglo XVI. Tiene un gran valor histórico pues fue sede del Primer Congreso de Anáhuac, encabezado por el Gral. José María Morelos y Pavón. La estructura original, a base de adobe,

se colapsó de manera parcial y se demolió tras el terremoto de 1902. Algunos años después se inició la construcción, en el mismo lugar, del templo (véase figura 8). La torre izquierda se derrumbó parcialmente con el sismo de 1957 y con el sismo de 1985, la torre derecha sufrió daños graves, por lo que fueron reparadas tras esos eventos.

Con el sismo de diciembre de 2011 se presentaron agrietamientos en las bases y en las claves de los arcos de los dos campanarios; severos en la torre derecha y moderados en la torre norte. Aparecieron fuertes agrietamientos en el frontispicio, en la parte superior de los arcos y en la parte frontal de la bóveda de la nave principal (véase figura 9a y 9b). También se presentaron daños graves en la base de las torres de los templos de los barrios de San Antonio y San Mateo, ambos construidos hacia la segunda década del siglo XIX (véase figura 9c).



Figura 9. Templo de la Asunción a) Detalles de daño en los recubrimientos de la torre norte. Fotografía: P. Catalán Quiroz, b) en la cubierta abovedada. Fotografía: R. Arroyo Matus y c) Templo de San Antonio con daño por flexión en la base de las columnas de los arcos. Fotografía: SEPC



Figura 10. Edificio del Palacio de Justicia, a) año 1972. Fotografía: Fototeca UAGro, y b) año 2012. Fotografía: R. Arroyo Matus

El caso del edificio del Palacio de Justicia, localizado en el norte del Zócalo de Chilpancingo es un claro ejemplo, muy representativo, de que edificios similares concebidos a principios de los setenta del siglo pasado, eran y siguen siendo a la fecha muy vulnerables y excesivamente flexibles (véase figura 10a).

Aun cuando su apariencia exterior fue modificada a mediados de la década de los ochenta con columnas circulares con el doble del diámetro original, el desempeño de este edificio durante el sismo de diciembre de 2011 no fue satisfactorio pues presentó daños severos. Por otro lado, en varios edificios de Chilpancingo se observaron daños generalmente asociados a entrepisos con baja densidad de muros, principalmente en planta baja; o a entrepisos excesivamente débiles, así como a los efectos del golpeteo entre estructuras colindantes.

Se observan los detalles y se



Figura 11. a) Agrietamientos por cortante en planta baja con baja densidad de muro, b) golpeteo entre estructuras colindantes con separación inadecuada en Chilpancingo. Fotografías: Elidio Hernández, c) y d) daños por cortante y torsión en vivienda en esquina con baja densidad de muros en planta baja en Chilpancingo, Gro. Fotografías: SEPC



Figura 12. a) y b) Daños por cortante en muros de mampostería en vivienda típica de mampostería, y en columnas cortas. Edificio de la Secretaría de Desarrollo Social Federal en la ciudad de Chilpancingo. Fotografías: Elidio Hernández, c) Mampostería deficientemente confinada y d) con instalaciones sanitarias al interior de los castillos, en Chilpancingo, Gro. Fotografías: José Luis Hernández Rodríguez



Figura 13. a) Separaciones de muros divisorios de los marcos de concreto, b) fisuras por cortante, c) Daño moderado por tensión diagonal en muros de mampostería y d) por desprendimiento del extremo superior en muros divisorios, en el Centro de Chilpancingo, Gro. Fotografías: SEPC

muestran algunos daños estructurales detectados en diferentes edificios de Chilpancingo (véase figuras 11 a 16).

Conclusiones

El análisis de la información recabada permite concluir la urgencia de implementar un programa de tipo social a nivel federal que abata la alta vulnerabilidad de la vivienda de adobe a través de un programa de refuerzo y rehabilitación de bajo costo pero de alta efectividad, que garantice una mayor ductilidad y resistencia en los muros de este tipo de vivienda. El empleo de mallas a base de tela de gallinero y aplanados de alta calidad puede lograr este objetivo. En el caso de las estructuras con elementos de concreto reforzado o a base de mampostería confinada, se detectaron algunas deficiencias estructurales y procesos constructivos deficientes. Por estos motivos, es sumamente importante garantizar que las dependencias municipales encargadas de la autorización de las nuevas construcciones o de la rehabilitación y refuerzo de las existentes, sometan a una revisión estricta a la información técnica que acompaña a las solicitudes de licencia de construcción. En el

caso de las edificaciones existentes, debe aplicarse una evaluación básica preventiva que permita definir su nivel de seguridad estructural actual y la necesidad de emprender o no un proceso de rehabilitación y/o refuerzo. El pobre desempeño sísmico de algunas edificaciones, construidas principalmente de forma reciente, sugiere adecuaciones no precisamente a la normatividad sino a la forma en que ésta se aplica y se le da seguimiento. Entre los cambios necesarios que se proponen se encuentran:

- 1) Acatar, durante el proceso de diseño, análisis, construcción y mantenimiento de las edificaciones, las recomendaciones de la norma de construcción vigente;
- 2) Incorporar, por parte de las autoridades de desarrollo urbano municipal y estatal, la exigencia de una supervisión detallada, registrada en bitácora, durante la construcción de todo tipo de edificación;
- 3) Exigir adicionalmente, al término de una obra -y como requisito para autorizar su ocupación-, una póliza de seguro ante sismo. De esta forma, el personal técnico de las aseguradoras verificaría adicionalmente que la edificación cumpla con estándares de calidad y seguridad estructural mínimos.



Figura 14. a) Acumulación excesiva de material y archivos en entresijos, b) daño en muro de mampostería, y c) junta inadecuada entre piezas de mampostería. Edificio Telecomm, Chilpancingo. Fotografías: Tizoc Calleja



Figura 15. a) y b) Colapso de muro de fachada del cuarto entresijo deficientemente confinado, sobre un vehículo del servicio público. (Fotografías: Wenceslao Hernández, y c) daños en mampostería sin confinar (Fotografía: J. L. Hernández R.

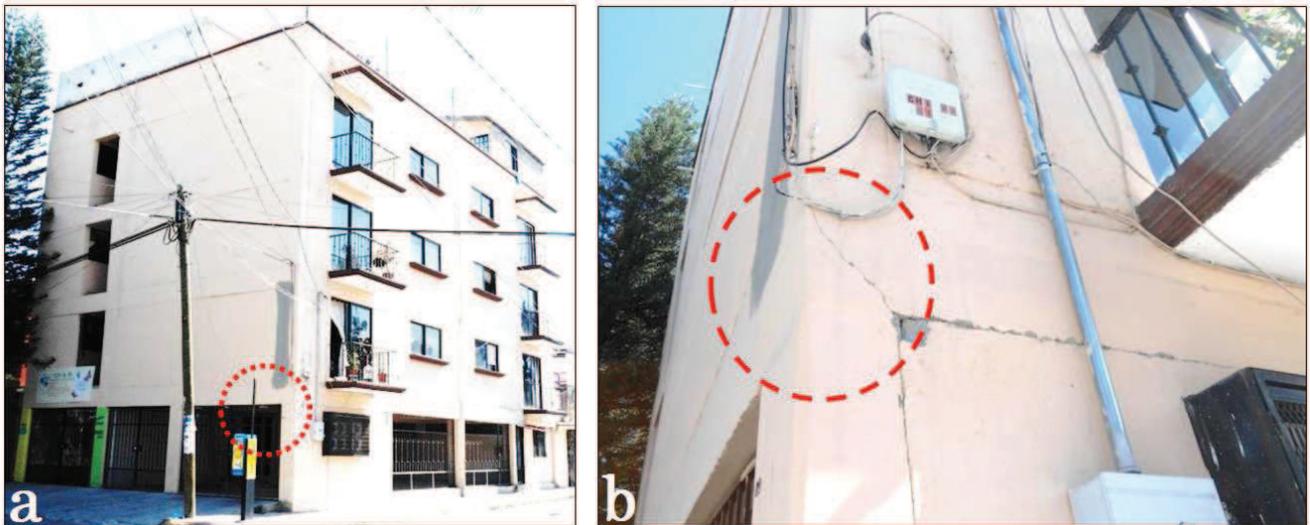


Figura 16. Falla en unión viga columna en edificio reciente con planta baja flexible. Fotografías: Jesús Santos Bautista

Agradecimientos

Las inspecciones realizadas fueron realizadas de manera conjunta por el Colegio de Ingenieros Civiles Guerrerenses, A. C., profesores de la Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAI-UAGro) y personal de los sistemas estatal y municipal de Protección Civil de Chilpancingo, Iguala y Acapulco, Guerrero. A todos ellos, expresamos nuestro más sincero agradecimiento.

Referencias

Arroyo Matus, R. (2011), Reporte preliminar de daños del sismo de Zumpango, Gro. del 10 de diciembre de 2011. *Serie: Reportes internos de investigación*. Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, México.

Comisión Federal de Electricidad. (2008). *Manual de Obras Civiles. Diseño por sismo*. México.

Hanks, T. C., Kanamori, H. (1979). A moment magnitude scale. *Journal of Geophysical Research*. 84(B5), 2348-50

Sistema Estatal de Protección Civil. (2012). *Reporte de daños producidos a la infraestructura del estado de Guerrero por el sismo de Diciembre de 2011*. Sistema Estatal de Protección Civil. Secretaría de Seguridad Pública y Protección Civil, Gobierno del Estado de Guerrero, México.

United States Geological Survey [*Encuesta Geológica de los Estados Unidos de América*]. (2013, Marzo, 2). *Sismo de Zumpango, México 11 de diciembre de 2011*. Obtenido de http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/pde20111211014725900_54#technical