

# Propiedades dinámicas de los suelos de la Ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz, México.

Raúl Efrén Ceballos Cabrera<sup>1</sup>, Genaro Bosquez López<sup>1</sup>, M.I. Francisco Williams Linera<sup>2</sup>, M.I. Guadalupe Riquer Trujillo<sup>2</sup>, M.I. Regino Leyva Soberanis<sup>2</sup>, M.C. Juan A. Guzmán Ventura<sup>3</sup>, M.I. Francisco de J. Trejo Molina<sup>3</sup>, M.C. Javier Lermo Samaniego<sup>4</sup>, Ing. Sara Pérez Torres<sup>2</sup>.

**Resumen**—Mitigar el riesgo sísmico en las construcciones es uno de los objetivos principales de esta investigación. Se partió de estudios de la sismicidad en el Estado de Veracruz de donde se eligió, entre otras ciudades, a Coatzacoalcos por sus características geológicas, geotécnicas, topográficas y de hidrología superficial, así como por su historia sísmica. Se instalaron en la zona 2 estaciones temporales de registro sísmico, y se estimó el *efecto de sitio* mediante el registro de 187 puntos de vibración ambiental. Se aplicó la técnica de Nakamura para obtener las Funciones de Transferencia Empírica Promedio (FTEP), las cuales se agruparon en Familias de Formas Espectrales (FFE), con lo que se elaboró un mapa de microzonificación sísmica, donde se delimitaron 2 zonas de acuerdo a la respuesta dinámica de los suelos para el diseño sísmico de las construcciones.

**Palabras claves**—Microzonificación sísmica, efecto de sitio, Coatzacoalcos, Funciones de Transferencia.

## Introducción

Debido al impacto en la economía y a la pérdida de vidas humanas, la mitigación del riesgo sísmico en las construcciones se ha convertido en una necesidad urgente, a pesar de ser un fenómeno natural menos frecuente que otros. En México el peligro sísmico es elevado, ya que se encuentra ubicado en los límites de placas tectónicas que liberan grandes cantidades de energía en regiones de importantes concentraciones urbanas, como Coatzacoalcos.

La historia del Estado de Veracruz revela sucesos sísmicos que invariablemente han sorprendido a la población con escasas medidas de prevención, especialmente en la reducción del riesgo sísmico en las construcciones, y son éstas las que mayor número de pérdidas ocasionan al sufrir daños. Al igual que en muchos otros estados de México, Veracruz, no dispone de reglamentos de construcción modernos que consideren las características dinámicas locales de los suelos donde se desplantan las construcciones. La instrumentación sísmica para su registro y estudio es escasa, y los trabajos de investigación resultan insuficientes ante el desarrollo acelerado de las ciudades, lo que tiene como consecuencia una población cada vez más vulnerable al fenómeno. Es práctica común para el diseño de las construcciones recurrir al Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE en su versión 1993, y más recientemente en su versión 2008, pero en ambos casos se reconoce la importancia de los estudios de microzonificación sísmica para identificar los efectos de sitio.

En los trabajos que aquí se presentan, se obtienen la frecuencia, el período fundamental y la amplificación relativa del movimiento de los suelos de Coatzacoalcos, parámetros necesarios para la elaboración de normas para

---

<sup>1</sup> Raúl Efrén Ceballos Cabrera (**autor correspondiente**) y Genaro Bosquez López, exbecarios CONACYT del Instituto de Ingeniería, alumnos de la Facultad de Ingeniería Civil, Región Coatzacoalcos, Universidad Veracruzana, Av. Universidad Km 7.5 Col. Sta. Isabel, C.P. 96538, Coatzacoalcos, Ver., [rulo 89x@hotmail.com](mailto:rulo89x@hotmail.com), [gbosquezl@yahoo.com.mx](mailto:gbosquezl@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> M.I. Francisco Williams Linera, M.I. Guadalupe Riquer Trujillo, M.I. Regino Leyva Soberanis e Ing. Sara Pérez Torres<sup>2</sup> Investigadores del Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana, Av. S. S. Juan Pablo II, s/n, Campus Mocambo, Fracc. Costa Verde, C.P. 94294, Boca del Río, Ver., [franciscowilliamslinera@yahoo.com.mx](mailto:franciscowilliamslinera@yahoo.com.mx), [guadaluperiquer@yahoo.com.mx](mailto:guadaluperiquer@yahoo.com.mx), [reginol@yahoo.com.mx](mailto:reginol@yahoo.com.mx), [exactas\\_sara@hotmail.com](mailto:exactas_sara@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.C. Juan A. Guzmán Ventura y M.I. Francisco de J. Trejo Molina, docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, Región Coatzacoalcos, Universidad Veracruzana, Av. Universidad Km 7.5 Col. Sta. Isabel, C.P. 96538, Coatzacoalcos, Ver., [jagv77@yahoo.com.mx](mailto:jagv77@yahoo.com.mx), [ftrejomolina@yahoo.com.mx](mailto:ftrejomolina@yahoo.com.mx).

<sup>4</sup> M.C. Javier Lermo Samaniego Investigador del Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Torre de Ingeniería, 2do. Piso, Cd. Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F. [jles@pumas.iingen.unam.mx](mailto:jles@pumas.iingen.unam.mx)

el diseño sísmico de construcciones sismorresistentes y le dan continuidad a trabajos similares realizados en otras ciudades del Estado (Riquer et al. 2003, Williams et al. 2003). Estas tareas de investigación han sido financiadas por los Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz (FOMIX) y la Universidad Veracruzana.

## Descripción del Método

### *Sismicidad en el Estado de Veracruz*

Para conocer la sismicidad en el Estado de Veracruz, se analizó la ubicación de los epicentros y las características de los sismos que los hacen potencialmente dañinos. Para considerar eventos de larga periodicidad se examinaron los catálogos de sismos históricos (1523-1910), y el catálogo de sismos instrumentales (1910-2008) (Pérez et al. 2009), y se complementó hasta 2010, de este último se elaboró el mapa de la figura 1, donde se aprecia una mayor actividad sísmica en el centro y sur del Estado, haciéndose más disperso hacia el norte, aunque por la escasa instrumentación en esta región, es posible que no sea representativa de su potencial.

Se observó la propuesta de regiones sismotectónicas mostrada en la figura 1, donde se tomaron consideraciones como: la fisiografía, la localización hipocentral de eventos de características similares, las características tectónicas comunes de la zona, mecanismos focales y/o patrones de fallamiento, características principales de la liberación de energía de los sismos dentro de cada región e identificación de aquellos eventos cuyas afectaciones a la población resultaron los más nocivos (Leyva et al., 2009).

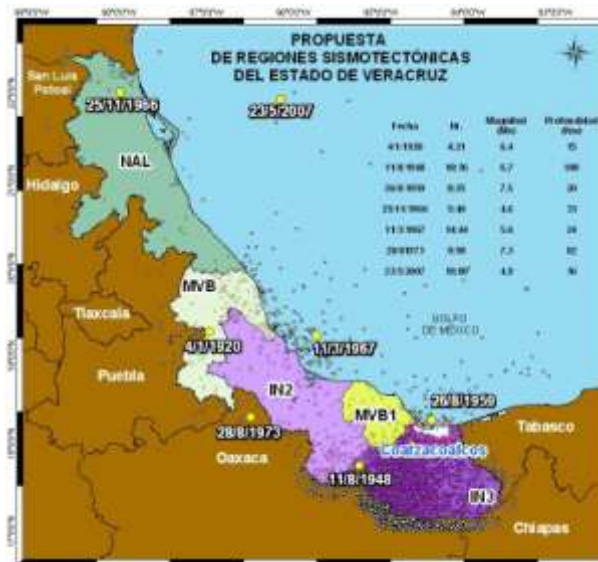


Figura 1 Epicentros en el Estado de Veracruz (1910-2010) y Regiones Sismotectónicas.

Coatzacoalcos se encuentra en el límite de las regiones NAM-IN3 y GMX, y cercanía de la NAM-MVB1:

La **Región NAM-IN3** tiene en su mayoría eventos intraplaca, principalmente del tipo de fallamiento normal que se relacionan con la Placa Norteamericana (NOAM), con profundidades de entre 40 y 220 Km y magnitud  $M_s < 4$ ; aunque destaca el sismo del 11 de agosto de 1948, con una profundidad  $h=100$  km y  $M_s=6.7$ . La densidad de sismicidad umbral es mucho mayor que en la zona IN2; es una zona de transición de la subducción de la Placa de Cocos por debajo de NOAM, a subducción bajo la Placa del Caribe.

La Región **GMX** tiene una sismicidad escasa, con eventos intraplaca someros pero importantes por su cercanía a ciudades densamente pobladas. Vale la pena mencionar al sismo del 26 de agosto de 1959, con una profundidad  $h=20$  km, y magnitud  $M_s=7.5$ , ocurrido cerca de Coatzacoalcos conocido como el temblor de Jáltipan por los daños ocasionados en esa población.

La Región **MVB1** se caracteriza por su alta topografía y actividad volcánica, y sus límites se correlacionan con la discontinuidad fisiográfica de los Tuxtlas. La mayor actividad sísmica es de poca profundidad ( $h < 40$  km) y magnitud ( $M_s < 4$ ), asociados a la actividad del volcán San Martín Tuxtla.

### *Delimitación de la zona de referencia*

La ciudad de Coatzacoalcos se encuentra en el límite de las regiones NAM-IN3 y GMX, es decir las de mayor peligro sísmico. Se encuentra ubicada en el Istmo de Tehuantepec, en el Golfo de México, en las coordenadas 18° 08' 16" latitud norte, 94° 26' 07" longitud oeste. Es un municipio costero por lo que su suelo presenta grandes planicies. Cuenta con una extensión aproximada de 471.16 Km<sup>2</sup>, y una densidad poblacional de aproximadamente 300 000 habitantes. La ciudad se gesta al margen del río Coatzacoalcos, es una región de gran riqueza mineral y cuenta con yacimientos de petróleo y gas natural, donde PEMEX Petroquímica elabora el 85% de sus productos, distribuidos en los parques industriales de Cosoleacaque, Cangrejera, Morelos y Pajaritos. Cuenta con una infraestructura de obra civil que ha evolucionado desde chozas y casas de madera hasta construcciones originales modernas, en su mayoría de mampostería, concreto y acero.

La zona en estudio quedó delimitada como se indica en la figura 2, tomando en consideración la densidad de las construcciones, y se localizaron causas de ríos y espejos de agua, pues en sus cercanía el suelo puede presentar características dinámicas especiales.

### *Características geológicas, topográficas, hidrológicas y geotécnicas*

Coatzacoalcos está ubicada en la parte norte del Istmo de Tehuantepec, en la subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana, correspondiente a la provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur. Esta zona se caracteriza por poseer suelos profundos, de origen aluvial, debido sobre todo a la presencia de uno de los ríos más caudalosos de México, el Coatzacoalcos. En la figura 2 se muestra la configuración geológica e hidrológica superficial de la zona de referencia y tiene una altitud promedio de 10 m.s.n.m.

El municipio se ubica propiamente en la llanura aluvial, que es un área de dunas y tiene áreas de inundaciones permanentes. El río Coatzacoalcos nace en la sierra del Estado de Oaxaca, y corre a través de un cause muy sinuoso hasta desembocar en la Barra de Coatzacoalcos, junto a la ciudad del mismo nombre. La Barra de Coatzacoalcos está formada por el Río Coatzacoalcos, Río calzadas, Laguna el Tepache y Laguna Pajaritos, al norte del municipio, además tiene los arroyos de Tortuguero, Gavilán y la Laguna del Ostión.



Figura 2 Características Geológicas e Hidrología superficial de Coatzacoalcos.

Para iniciar con los trabajos de microzonificación sísmica, se partió de una caracterización geotécnica de los suelos (Guzmán et al., 2009) que constituyen la ciudad. En esta se presentan cuatro zonas geotécnicas (Fig.3): Zona Geotécnica Alta (ZGA), Zona Geotécnica Baja (ZGB), Zona Geotécnica de Transición (ZGT) y Zona Geotécnica Costera (ZGC).

La **ZGA**, está formada por arenas de dunas y médanos de los 15 m a 30 m de espesor, cuya compacidad aumenta con la profundidad y parece estar íntimamente relacionada con la presencia del agua freática. Al parecer le subyacen los suelos arcillosos y limosos de origen marino o aluvial a partir de los 20 metros de profundidad.

La **ZGB**, la representa un perfil estratigráfico compuesto en la parte superior por arcillas limosas blandas de poco espesor 1 m, subyaciéndolas limos y limos arenosos de baja plasticidad en espesores variables de 5 a 11 m; a continuación se encuentra un lecho arcillo-limoso con un espesor aproximado de 15 m, con lentes de arenas finas limpias o poco limosas o poco arcillosas con espesores del orden de 2 m. El origen fluvial de estos depósitos forma parte de la zona de inundación de los ríos “Calzadas” y “Coatzacoalcos”. A profundidades de 22 a 28 m aparece un manto de arena cuarzosa que se supone perteneciente a una formación antigua de origen marino.

La **ZGT** es una delgada franja de aproximadamente de 100 m de ancho, donde el espesor de arenas de origen eólico existente también en la ZGA se reduce entre 4 y 12 m y están sobre estratos cohesivos muy blandos o arenosos sueltos que se alternan hasta llegar a los 20 m de profundidad; a partir de la cual la resistencia del suelo se incrementa, a diferencia del incremento significativo de resistencia en la ZGB que ocurre a los 35 metros de profundidad, aproximadamente.

La **ZGC** es una franja con un ancho promedio de 200 m en el poniente y de unos 500 m en la zona oriente. También esta formada por dunas y médanos al igual que la ZGA, solo que aquí se aprecia claramente que las arenas sueltas tienen un espesor menor (entre 2 y 4 metros), con la profundidad la compacidad del suelo se incrementa rápidamente, lo que se atribuye a la cercanía y el efecto dinámico de las aguas del mar; el nivel de aguas freáticas que en esta zona es somero.



Figura 3 Zonificación Geotécnica.

### Vibración Ambiental y monitoreo sísmico

En el siglo XVIII ya se intuía la relación entre la respuesta del suelo (efecto de sitio) y sus consecuencias en ciertas construcciones ante un sismo, quedando claramente reconocida a principios del siglo pasado. En la ciudad de México este efecto se manifiesta claramente en el sismo del 28 de julio de 1957, pero fueron los sismos del 19 y 20 de septiembre de 1985 el detonante para su estudio. El efecto de sitio se puede identificar conociendo el período dominante (Lermo et al. 1993, 1994a, 1994b), parámetro que depende directamente de las propiedades de la estratigrafía del suelo. Entre los métodos empíricos existentes para estimar la respuesta de un sitio, el registro de microtemores (vibración ambiental) sigue presentando un alto atractivo tanto por su sencillez de operación y su bajo costo, como por la rapidez con que permite obtener resultados, en especial cuando es interpretado utilizando la razón espectral entre las componentes horizontales y la vertical (H/V) de un mismo registro (técnica de Nakamura), propuesta originalmente por Nakamura (1989). Este método fue aplicado en Coahuila de Zaragoza, sin perder de vista que el mismo, subestima la amplificación del movimiento, por lo que en este trabajo y para validar posteriormente la amplificación real, se han mantenido funcionando de manera confiable 4 estaciones temporales para el registro de los sismos en la región a partir del 15 de mayo del 2009. Paralelamente se realizan estudios complementarios para la ubicación de una estación de referencia (sin *efecto de sitio*), con la que se podrán obtener las amplificaciones relativas reales. Se tiene un sismómetro de banda ancha digital marca Guralp modelo GURCMG-6TD (Fig. 4), y los registros se procesan para obtener sus acelerogramas en tres direcciones, destacando el sismo del 25 de febrero del 2011 de la figura 5.



Figura 4. Estación temporal FICO (Facultad de Ingeniería de Coahuila de Zaragoza).

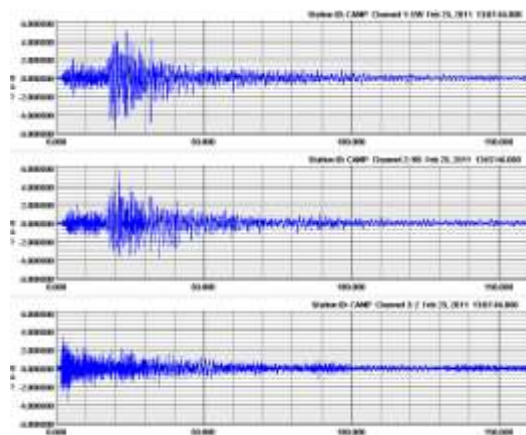


Figura 5. Acelerograma del Sismo del 25 de febrero de 2011 con Mw = 6.0

Los estudios de vibración ambiental para Coatzacoalcos fueron realizados en dos etapas (Vela F., 2010), llegando en este trabajo a un total de 187 puntos de registro. Se siguió un orden aproximado de un punto por kilómetro cuadrado, con los que se elaboró el mapa de períodos dominantes. Se usó como equipo de registro un acelerógrafo marca ETNA de Kinematics. Después de orientar y nivelar el aparato en cada punto, se hicieron 4 registros de 2 min. cada uno.

#### *Funciones de Transferencia Empírica Promedio (FTEP)*

Para procesar los registros, se seleccionaron de las trazas aquellos segmentos que no estaban contaminados por transitorios de corta duración que pudieran afectar la estacionariedad de las señales (principalmente vehículos y peatones en la proximidad del instrumento). Se seleccionaron de cada registro 3 ventanas continuas y otra aleatoria de 40 seg en las tres direcciones para obtener los espectros de Fourier, se usó el programa DEGTRA desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Las Funciones de Transferencia Empíricas (FTE) o razones espectrales en las direcciones N-S, E-W, se obtiene aplicando la técnica de Nakamura con la relación H/V para cada uno de los 187 puntos. En cada punto se obtiene la media geométrica de las FTE y se estiman las Funciones de Transferencia Empíricas Promedio (FTEP) (Figura 6), de donde se obtienen las frecuencia, la amplificación relativa y los períodos dominantes (Ver mapa de la Figura 7).

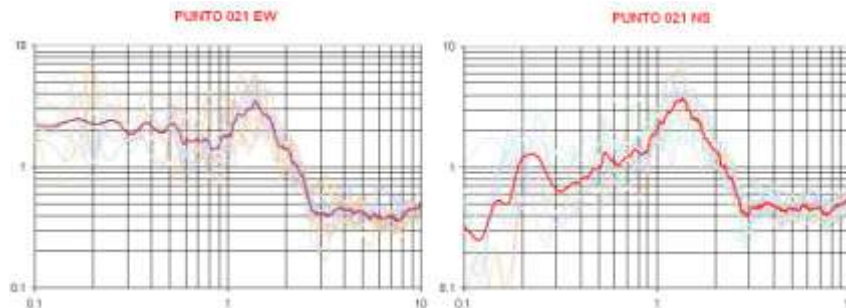


Figura 6. Razones espectrales (Línea delgada: razones espectrales; línea gruesa: media geométrica)



Figura 7. Mapa de períodos dominantes

#### *Mapa de Familias de Formas Espectrales (FFE)*

Se observó que las FTEP no tienen la misma forma espectral o componente dinámico, a pesar de pertenecer a la misma zona geotécnica, por lo que se agruparon en similitud de forma de vibrar (frecuencia), delimitando así las dos zonas por Familias de Formas Espectrales (FFE). Con estas FFE la ciudad de Coatzacoalcos queda dividida según el efecto de sitio del terreno como se muestra el Mapa de la Figura 8, cuyas características son:



Figura 8. Mapa de Microzonificación Sísmica de Coatzacoalcos de acuerdo a las Familias de Formas Espectrales.

### Zona I

La frecuencia dominante para esta zona está en el rango de 0.5 a 1.4 Hz, respectivamente asociados con períodos de 2 a 0.7 segundos y amplificación relativa del movimiento de 4 veces. Las Familias de Formas Espectrales de esta zona se presentan en la Figura 9. En esta zona se debe tener especial atención en las edificaciones de 7 niveles o más, debido a que su período fundamental de vibrar, puede coincidir con el del suelo, ocasionando efectos de resonancia en la estructura. Como se puede observar en las FFE de ambas zonas la cresta no es evidente, y las bajas frecuencias generalmente se asocian al oleaje en ciudades costeras. Esta zona contiene suelos de prácticamente las cuatro zonas geotécnicas.

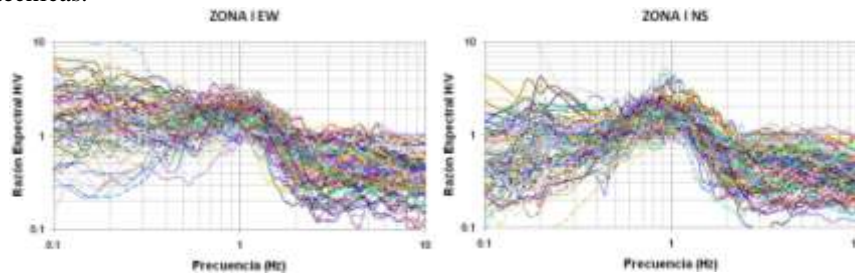


Figura 9. Familia de Formas Espectrales para la Zona I, frecuencia de 0.5 a 1.4 Hz.

### Zona II

La frecuencia dominante para esta zona se encuentra en el rango de 1.5 a 2.5 Hz, asociados con períodos dominantes de 0.66 a 0.4 respectivamente, con amplificaciones relativas hasta de 4 veces. Las Familias de Formas Espectrales de esta zona se muestran en la Figura 10. Estructuras bajas de menos de 7 niveles requieren de especial atención para evitar coincidencia en su modo de vibrar con el terreno de desplante. La mayoría de las viviendas populares ubicadas en la zona II son de uno o dos niveles y muchas de ellas autoconstruidas, es por ello importante que se analicen la vulnerabilidad de las mismas. En esta zona predominan los suelos de las zonas ZGC y ZGA.

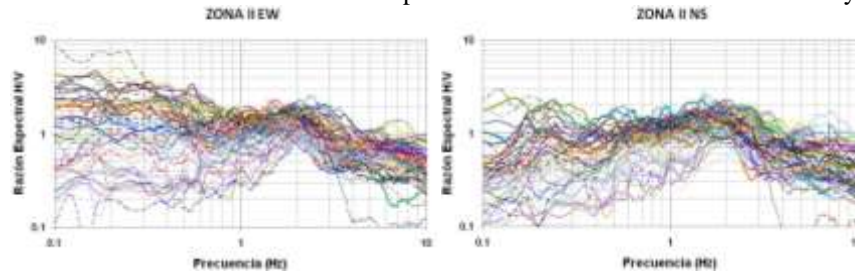


Figura 10. Familia de formas espectrales para la Zona II, frecuencia de 1.5 a 2.5 Hz.

## Conclusiones

Con los resultados de este trabajo se está en la posibilidad de hacer recomendaciones para el análisis y diseño de estructuras sismorresistentes, sobre todo en la elección de los parámetros sísmicos relacionados con las características dinámicas locales del suelo (período), lo que contribuye a la reducción del riesgo sísmico. Con esta

información se pueden también tomar medidas preventivas de protección civil, pues son básicas para el estudio de la vulnerabilidad de las construcciones existentes, así como elaborar planes de contingencias más eficientes. Este proyecto posibilitó la puesta en marcha de las primeras estaciones de registro sísmico en la ciudad de Coatzacoalcos, que a la fecha trabajan de forma confiable.

### Recomendaciones

Se recomienda aumentar los estudios de geotecnia guiados por el crecimiento de la ciudad, así como ampliar la zona de estos estudios. Es necesario continuar con el monitoreo sísmico para establecer las amplificaciones reales e incrementar la densidad del mismo y determinar las velocidades de onda de cortante de los diferentes estratos en las diferentes zonas identificadas. Lo anterior con la finalidad de determinar los espectros de diseño sísmico. Incrementar la densidad de registros de vibración ambiental empleando sismómetros de banda ancha, e incluir en los estudios a la Congregación de Allende pues en esta etapa no se dispuso de suficientes estudios para caracterizar geotécnicamente a los suelos.

### Referencias

Guzmán J., Williams F., Riquer G., Leyva R., Lermo J. y Trejo F. “Zonificación geotécnica de la cd. de Coatzacoalcos, Ver. y estudios preliminares de microzonificación sísmica”, *Memorias del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Puebla, Pue., México. (2009)

Pérez, S., Riquer, G., Williams,F., Leyva,R. “Catálogo sísmico instrumental del Estado de Veracruz (1910-2008)”, *Tercer congreso internacional de ciencias, tecnología, artes y humanidades*, Coatzacoalcos, Ver., México. (2009)

Riquer G., Williams F., Lermo J., Torres G. y Leyva R. “Microzonificación Sísmica en la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río”, *Memorias del XIV Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Guanajuato-León, México. (2003)

Lermo, J and F J Chávez-García “Site effect evaluation using spectral ratios with only one station”, *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol. 83, pp.1574-1594. (1993)

Lermo, J and F J Chavez-Garcia “Are microtremors useful in site response evaluation?”, *Bull. Seism. Soc. Am*, Vol. 84, pp.1350-1364. (1994a)

Lermo, J y and F J Chávez-García “Site effect evaluation at Mexico City: Dominant period and relative amplification from strong motion and microtremor records”, *Soild Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol.13, pp. 413-423. (1994b)

Leyva R., Williams F., Riquer G. y Lermo J. “Regiones sismogénicas de mayor peligro sísmico para el Estado de Veracruz”, *Memorias del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Puebla, Pue., México. (2009)

Vela, F. “Obtención de los periodos de vibrar de los suelos de Coatzacoalcos y su aplicación en estructuras”, *Tesis para obtener el título de Licenciatura en Ingeniería Civil*, Facultad de Ingeniería, Región Veracruz-Boca del Río, Universidad Veracruzana. (2010)

Williams F., Riquer G., Leyva R. y Torres G. “Red Acelerográfica de la zona conurbada Veracruz-Boca del Río”, *Memorias del XIV Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Guanajuato-León, México. (2003)

**Raúl Efrén Ceballos Cabrera y Genaro Bosquez López** exbecarios CONACYT del Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana del proyecto de investigación “Determinación de la respuesta dinámica de los suelos de las zonas conurbadas de Coatzacoalcos y Veracruz, para el desarrollo de Normas Técnicas para Diseño sísmico del estado de Veracruz”. Clave 109287 Fondos Mixtos: CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz (FOMIX), en el que desarrollan su tesis de licenciatura en Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería Región Coatzacoalcos-Minatitlán de la Universidad Veracruzana.

Los **M.I. Guadalupe Riquer Trujillo, Francisco Williams Linera y Regino Leyva Soberanis**, son investigadores del Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana (IIUV), terminaron sus estudios de Maestría en Ingeniería de Estructuras en la misma institución, donde desarrollan trabajos de investigación financiados por FOMIX relativos a la determinación del peligro y reducción del riesgo sísmico en las construcciones. Integran la Delegación Veracruz de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS) y han realizado numerosas publicaciones en revistas de ingeniería sísmica, ingeniería estructural, mecánica de suelos y geofísica, entre otras.

La **Ing. Sara Pérez Torres** estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Veracruzana y actualmente se desempeña como asistente de investigación en el IIUV.

El **M.C. Juan A. Guzmán Ventura** es docente de la Facultad de Ingeniería Región Coatzacoalcos-Minatitlán de la Universidad Veracruzana, terminó sus estudios de Maestría en Ciencias con línea terminal en Mecánica de Suelos en la Universidad Autónoma de Querétaro. Ha publicado en revistas especializadas en Mecánica de suelos e Ingeniería Sísmica.

EL **M.I. Francisco de J. Trejo Molina** es docente de la Facultad de Ingeniería Región Coatzacoalcos-Minatitlán de la Universidad Veracruzana, terminó sus estudios de Maestría en Ingeniería de Estructuras en el IIUV. Integrante de la Delegación Veracruz de la SMIS. Ha publicado en revistas especializadas en Ingeniería Sísmica.

El **M.C. Javier Lermo Samaniego** es investigador del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores. Ha publicado numerosos artículos en revistas nacionales e internacionales. Ha realizado numerosos estudios relativos a la microzonificación sísmica de ciudades y participado en diversos proyectos de investigación relativos al tema.