

Cómputo aproximado en la solución de problemas geosísmicos es el título de la tesis de Silvia Raquel García Benítez, quien obtuvo el grado de doctora en ingeniería, con mención honorífica, el pasado 11 de marzo.

En esta investigación, realizada bajo la supervisión del doctor Miguel P Romo de la Coordinación de Geotecnia de este Instituto, se presentan técnicas y métodos alternativos útiles para la planificación y desarrollo de asentamientos humanos menos vulnerables en cuando a su condición sísmica. Es imposible evitar la ocurrencia de los sismos, pero las consecuencias económicas, sociales y ambientales de las grandes sacudidas pueden disminuirse con los avances de la ciencia en que se apoya la práctica de la ingeniería.

A través de dos importantes y complejos problemas geosísmicos: a) la evaluación de las velocidades de ondas de corte Vs a partir de los resultados de una prueba de penetración de cono y b) el análisis de la respuesta sísmica del valle de México, se resaltan los principios del modelado comenzando con el planteamiento de la física del problema seguido de su interpretación desde un enfoque “aproximado” (construcción del ambiente de cálculo) y culminando con la interpretación de los resultados.

La solución al primer inciso generó un sistema neurodifuso que permite elaborar juicios y dictar sentencias sobre el comportamiento de Vs a través de información de la resistencia a la pene-

tración del cono eléctrico, la profundidad y la zona geotécnica a la que pertenece el sitio en estudio. Los parámetros de entrada del modelo se obtienen de un número pequeño de pruebas estándar y las estimaciones, además de ser confiables, contienen conocimiento sobre los materiales y sus propiedades.

Para el estudio de la respuesta sísmica del valle, se construyó una red neuronal que cuantifica la transformación de un movimiento de entrada (espectro en un sitio de control, en este caso Ciudad Universitaria) de acuerdo con la historia sísmica, la situación geográfica y las características de los materiales que conforman el depósito de suelo que se esté analizando. Este modelo no requiere de hipótesis restrictivas en la especificación de la sacudida ni de afirmaciones poco científicas sobre estratigrafías y propiedades de los suelos; está cimentado en la Teoría del Caos y administrado con técnicas de reconocimiento de imágenes para crear un “espacio de respuestas” (georreferenciadas) que incrementa la utilidad de conocidos planteamientos ingenieriles evolucionándolos hacia un funcional neuronal predictivo, escalable, transparente, interpretable, rápido y económico.

Finalmente, esta investigación pretende además ayudar en el desarrollo y diseminación de estas tecnologías complementarias para su establecimiento, a través de guías prácticas, como piezas estándar en procesos y procedimientos en el ámbito de la ingeniería geosísmica, sin que esto signifique reemplazar los análisis convencionales ni el juicio ingenieril.

El 2 de marzo, Baruo Daniel Aldama Sánchez obtuvo el grado de maestro en ingeniería (civil-estructuras), con la tesis *Proceso automatizado para determinar el estado estructural en*

edificios instrumentados, dirigida por el doctor David Murrià Vila, investigador de la Coordinación de Estructuras y Materiales.

Utilizando la instrumentación en edificios es posible conocer la respuesta dinámica de éstos ante solicitaciones sísmicas, por medio de técnicas y criterios de análisis. Esto permite analizar su respuesta dinámica ante la ocurrencia de un sismo y detectar posibles cambios en sus características estructurales con base en sus valores iniciales y, a partir de éstos, establecer su estado de daño.

Lo anterior conduce a la conveniencia de contar con un elemento de juicio en el momento de tomar decisiones sobre la posible reparación y/o evacuación de una estructura. Para tal fin, en esta tesis se diseñó y desarrolló un sistema automático de alerta estructural.

La toma de decisión se basa en cinco indicadores: dos de severidad y tres de respuesta estructural. Para cada índice se estable-

cieron umbrales que se ajustaron y relacionaron con el estado de daño de cuatro edificios instrumentados. Los resultados muestran que la implementación de estos índices y su correlación con el estado de daño observado fueron adecuados y están sustentados con resultados en edificios instrumentados obtenidos en un lapso de 15 años.

Al ocurrir un sismo, el sistema propuesto procesa los registros, obtiene los valores de los indicadores y los compara con los de referencia. Con estos datos elabora un informe automático. Es conveniente aclarar que los valores de referencia para cada edificio tienen la posibilidad de actualizarse en función de información análisis de los eventos que se registren y del comportamiento que se observe de la inspección de la estructura.

Alexandra Ossa López presentó su examen doctoral el pasado 31 de marzo con la tesis *Comportamiento mecánico del poliestireno expandido (EPS) bajo carga de compresión*, dirigida por el doctor Miguel P Romo.

Esta investigación, con la que obtuvo el doctorado en ingeniería de mecánica de suelos, tuvo como objetivo principal mejorar la comprensión del comportamiento mecánico del poliestireno expandido EPS bajo esfuerzos de compresión estáticos y dinámicos, y conocer la influencia que sobre este comportamiento ejercen la densidad del material y el esfuerzo de confinamiento, así como la velocidad de desplazamiento para el caso estático. El trabajo experimental de esta investigación se dividió en dos etapas, en las cuales se evaluaron los comportamientos estático y dinámico del EPS.

En la etapa de evaluación del comportamiento estático, se llevó a cabo una serie de pruebas de compresión triaxial, en muestras de EPS de diferentes densidades bajo condiciones de velocidad de desplazamiento y confinamiento variables. Se analizó la relación que existe entre estos tres factores y la resistencia a compresión del material. Adicionalmente, en esta etapa fue evaluado el efecto de carga sostenida *creep* en el comportamiento del material.

En la etapa de evaluación del comportamiento dinámico, se efectuaron pruebas triaxiales cíclicas a deformación controlada y de columna resonante a muestras de poliestireno expandido de diferentes densidades y sometidas a diferentes condiciones de confinamiento. Con base en los resultados obtenidos, se construyen gráficas de la variación del módulo de rigidez al cortante G y amortiguamiento λ con la deformación angular γ , que describen el comportamiento dinámico del EPS. Se analiza además la influencia que sobre dicho comportamiento ejercen la densidad de la muestra y el esfuerzo de confinamiento.

Por otra parte, se llevaron a cabo pruebas triaxiales cíclicas a carga controlada con el propósito de medir la degradación de la rigidez del material con el número de ciclos aplicados en probetas de diferentes densidades sometidas a esfuerzos de confinamiento variables.

Esta tesis aporta nueva información acerca del comportamiento a compresión del poliestireno expandido, ya que los resultados experimentales que se incluyen en este trabajo corresponden a los valores de densidades, esfuerzos de confinamiento y velocidades de desplazamiento no reportadas anteriormente en la bibliografía, o si reportadas, lo están en forma limitada. Adicionalmente, en esta tesis se proponen dos modelos para la predicción del comportamiento estático y dinámico del poliestireno expandido, cuyos resultados son una buena aproximación de los resultados experimentales.

La aportación más novedosa de este trabajo es la realización de pruebas de compresión no confinadas en el interior de un microscopio electrónico, lo cual permite evaluar y cuantificar el comportamiento esfuerzo deformación del material a nivel macroscópico y microscópico simultáneamente, lo que permite entender algunas de las características mecánicas del material. Por otro lado, esta investigación presenta una hipótesis que, al menos cualitativamente, explica porqué el poliestireno expandido es un material cuya resistencia a la compresión disminuye en la medida que el esfuerzo de confinamiento aumenta.

Por último, esta investigación muestra que el poliestireno expandido, para las densidades consideradas, no es un material totalmente impermeable como lo indica gran parte de la literatura. La absorción de agua de este material depende del tiempo durante el cual esté sumergido y del estado de esfuerzos al que sea sometido.