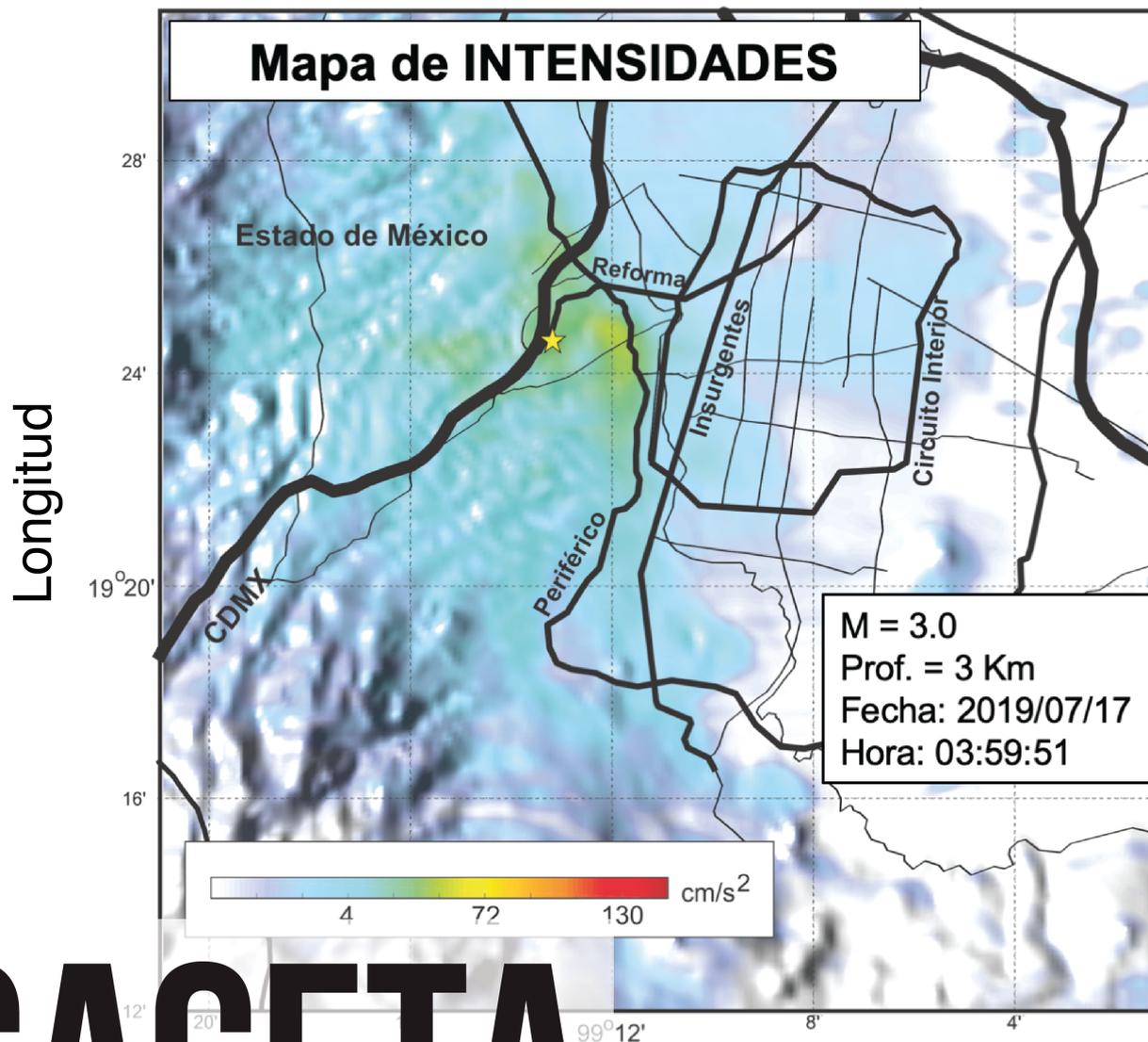


PGA(cm/s²)



GACETA

DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM

NÚMERO 140, NOVIEMBRE - DICIEMBRE, 2019

ISSN 1870-347X

COORDINACIÓN DE INGENIERÍA SISMOLÓGICA

Hacia una mejor comprensión
de la respuesta sísmica
del Valle de México

Escenarios sísmicos para
la estimación de daños
estructurales y
planificación urbana

Análisis probabilista
del peligro de licuación

Actualización de la
zonificación geotécnica
y sísmica de la CDMX y
áreas aledañas - parte sur

EDITORIAL

La Gaceta del Instituto de Ingeniería dedica este número nuevamente a la Coordinación de Ingeniería Sismológica (CIS) cuyo personal se encuentra en los edificios 1, 2 y en el 1^{er} piso de la Torre de Ingeniería.

La publicación del número anterior coincidió con los eventos sísmicos que nos han marcado en el pasado reciente, el de Tehuantepec (Mw 8.2) del 8 de septiembre y el de Axochiapan (Mw 7.1) del 19 de septiembre, ambos en 2017. Más reciente ha sido el brote sísmico ocurrido en julio de este año al poniente de la Ciudad de México.

Estos sismos nos han convocado a contribuir con los resultados de investigaciones que se realizan de manera constante y cotidiana en nuestra Coordinación. Colaboradores cercanos a Francisco J. Sánchez Sesma presentan junto con él, el artículo titulado “Hacia una mejor comprensión de la respuesta sísmica del valle de México”. En otro, Eduardo Reinoso y Pablo Quinde abordan los “Escenarios sísmicos para la estimación de daños estructurales y planificación urbana”. Javier Lermo con sus colaboradores presentan su propuesta para la “Actualización de la zonificación geotécnica y sísmica de la CDMX y áreas aledañas parte sur”. La participación de Mario Ordaz y sus colaboradores es con el tema “Análisis probabilista del peligro de licuación”. Estos proyectos han sido muy oportunos y reflejan la pertinencia de continuar estudiando la respuesta sísmica de la cuenca de México y sus efectos.

En estos últimos dos años han ocurrido hechos destacados dentro de nuestra Coordinación. El Dr. Francisco J. Sánchez Sesma ha sido nombrado investigador emérito, lo cual nos llena de orgullo y satisfacción. Felicidades Paco (como a él le gusta que lo llamen). El Dr. Mathieu Pertou se integró a nuestra Coordinación a partir de septiembre de este año. Bienvenido a nuestro Instituto y mucho éxito Mathieu.

A partir del brote sísmico de julio de este año, con el apoyo del Gobierno de la Ciudad de México, estamos trabajando en la integración de la Red Sísmica de la Ciudad de México. Para ello, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) dependiente del Instituto de Geofísica, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y la Unidad de Instrumentación Sísmica (UIS) de nuestro Instituto de Ingeniería compartirán información a fin de potenciar las capacidades para monitorear y caracterizar la sismicidad local en la capital del país para generar oportunamente mapas de intensidades. Esta última tarea está encomendada a nuestro Instituto. Con ello, contribuimos de manera responsable a generar información útil y confiable para una respuesta rápida y eficaz por parte de tomadores de decisiones. También, la información generada será de la calidad requerida para realizar investigaciones que contribuyan a la solución de los grandes problemas de la ingeniería nacional.

Jorge Aguirre González
Coordinador

UNAM

Rector
Dr. Enrique L. Graue Wiechers
Secretario General
Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario Administrativo
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Secretario de Desarrollo Institucional
Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa
Secretario de Atención a la Comunidad Universitaria
Dr. César Iván Astudillo Reyes
Abogada General
Dra. Mónica González Contró
Coordinador de la Investigación Científica
Dr. William H. Lee Alardín
Director General de Comunicación Social
Mtro. Néstor Martínez Cristo

IIUNAM

Director
Dr. Luis A. Álvarez Icaza Longoria
Secretaría Académica
Dra. Rosa María Ramírez Zamora
Subdirector de Estructuras y Geotecnia
Dr. Efraín Ovando Shelley
Subdirector de Hidráulica y Ambiental
Dr. Moisés Berezowsky Verduzco
Subdirector de Electromecánica
Dr. Arturo Palacio Pérez
Subdirector de Unidades Académicas Foráneas
Dr. Germán Buitrón Méndez
Secretario Administrativo
Lic. Salvador Barba Echavarría
Secretario Técnico
Arq. Aurelio López Espíndola
Secretario de Telecomunicaciones e Informática
Ing. Marco Ambríz Maguey
Secretario Técnico de Vinculación
Lic. Luis Francisco Sañudo Chávez

GACETA DEL IIUNAM

Editor responsable
Lic. Verónica Benítez Escudero
Reportera
Lic. Verónica Benítez Escudero
Fotografías
Archivo Fotográfico del IIUNAM
Lic. Oscar Daniel López Marín
Fotografía de portada
Dr. Leonardo Ramírez
Diseño
Lic. Oscar Daniel López Marín
Corrección de estilo
Gabriel Sánchez Domínguez
Impresión
Grupo Espinosa
Distribución
Guadalupe De Gante Ramírez

GACETA DEL IIUNAM

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual se muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, los cursos y los talleres que imparte, reportajes de interés e información general. Se publica los días 10 de cada mes, con un tiraje de 1500 ejemplares. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04 2014 070409264300 109. Certificado de Licitud de Título: 13524. Certificado de Licitud de Contenido: 11097. Instituto de Ingeniería, UNAM, edificio Fernando Hiriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México. Tel. 56233615.

HACIA UNA MEJOR COMPREENSIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL VALLE DE MÉXICO

HUGO CRUZ, JOSÉ A. MARTÍNEZ, ADRIÁN RUELAS,
MARIO A. ORTEGA, SUNYOUNG PARK, JAVIER
LERMO Y FRANCISCO J. SÁNCHEZ SESMA

Existen numerosos estudios destinados a entender la respuesta sísmica del valle de la Ciudad de México; sin embargo, se requiere reforzar nuestro escrutinio para comprender con detalle las grandes diferencias en las amplificaciones de sitio, las duraciones y las características espectrales entre las diferentes estaciones sísmicas. En esta investigación se analizaron los registros de aceleración de seis temblores producidos por mecanismos de extensión de esfuerzos (fallamiento normal, en geología) ocurridos a profundidad intermedia. Se explicaron las características de los espectros de Fourier en varios sitios dentro de la cuenca, para ello, se utilizaron tres técnicas: EHVSr, SSR y la MHVSr.

En la primera técnica se compararon los cocientes espectrales H/V para sismos (EHVSr por sus siglas en inglés) en varios sitios considerando los trenes de ondas Primarias (P) y de ondas Secundarias (S), con el cociente espectral por

componentes, tomando como referencia los registros en la estación CU que se ubica en una zona de terreno firme. Este cociente (llamado Cociente Espectral Estándar o SSR, por sus siglas en inglés) tradicionalmente se considera como función de transferencia empírica. Como referencia, también se calcularon los cocientes espectrales H/V utilizando vibraciones ambientales (microtemblores) (MHVSr, por sus siglas en inglés) en ocho estaciones. Los resultados de las tres técnicas (EHVSr, SSR y MHVSr) muestran la complejidad de la respuesta sísmica de la cuenca del Valle de México. Además, con el fin de acotar los valores de las velocidades de propagación identificadas en estratos someros se recurrió al estudio de las polarizaciones del movimiento asociado a las ondas P, las cuales se presentan al inicio de los sismogramas pues se ha demostrado que están relacionados.

En este trabajo se tomaron en cuenta los registros obtenidos en las estaciones de la red acelerométrica del Valle de México (CIRES) que produjeron seis sismos de fallamiento normal de profundidad intermedia. Los sismos tuvieron magnitudes M_w entre 5.4 y 7.1, ocurrieron en profundidades entre 45 y 61 km, localizados a distancias epicentrales entre 120 (sismo de 2017) y 185 km (sismo de 2011) de la cuenca. En la figura 1a se muestran las localizaciones de los seis sismos y las estaciones del Valle de México.

En esta investigación, también se tomaron mediciones de vibraciones ambientales en ocho estaciones: AU11, CJ03, DX37, JA43, LI33, LV17, MY19 y TP13 (ver Fig. 1b).

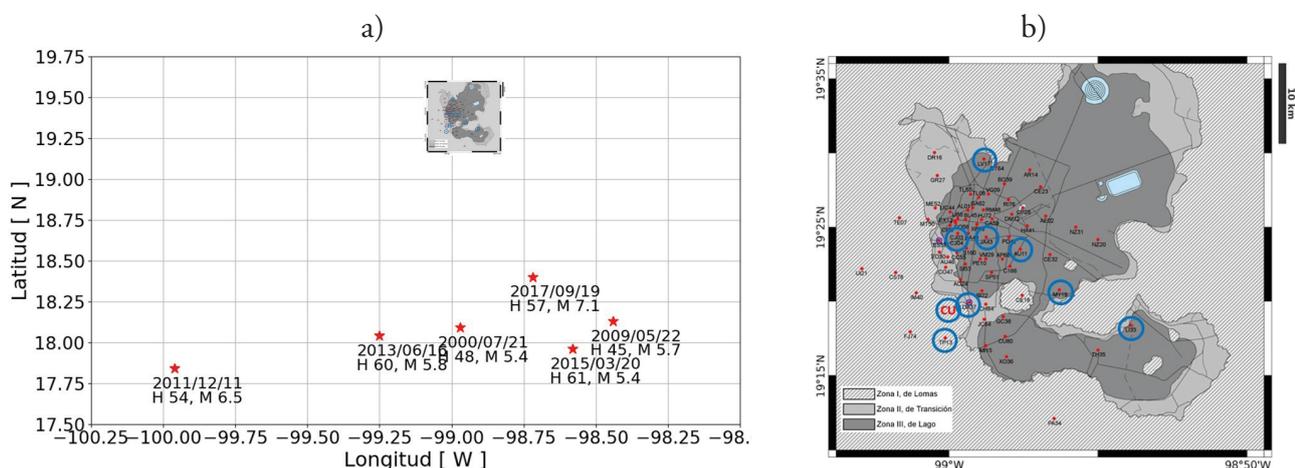


Figura 1. a) Epicentros (estrellas rojas) de los seis sismos de fallamiento normal considerados en este estudio. Se muestran las fechas de origen, la profundidad (H) y magnitud (M) de cada evento. b) Localización de las estaciones de la red acelerométrica del Valle de México (CIRES). Las estaciones CU (referencia) y las ocho estaciones donde se tomaron mediciones de vibraciones ambientales se encierran en los círculos azules.

Se calcularon espectros y cocientes para varias estaciones considerando los registros de los seis sismos. Se observaron diversos comportamientos entre EHVSR y MHVSR (de sismos y vibraciones ambientales, respectivamente) y las funciones de transferencia empírica (SSR). Se seleccionó la estación MY19 ubicada en la zona de lago al norte de la sierra de Sta. Catarina (ver Fig. 1b) para ilustrar esta variabilidad. Para nuestro análisis escogimos una ventana de 100s a partir del arribo de la onda Primaria (P).

En la figura 2 se presenta un ejemplo de los acelerogramas de los seis sismos para la estación MY19 y se muestran los componentes en las direcciones Radial (R), Vertical (V) y Transversal (T). En la figura 3a se muestran los espectros de Fourier correspondientes para cada sismo y componente (Radial, Vertical y Transversal). Los espectros o transformadas de Fourier indican la manera en que una señal arbitraria puede descomponerse en señales armónicas sencillas. Son una herramienta indispensable en la ciencia y la ingeniería.

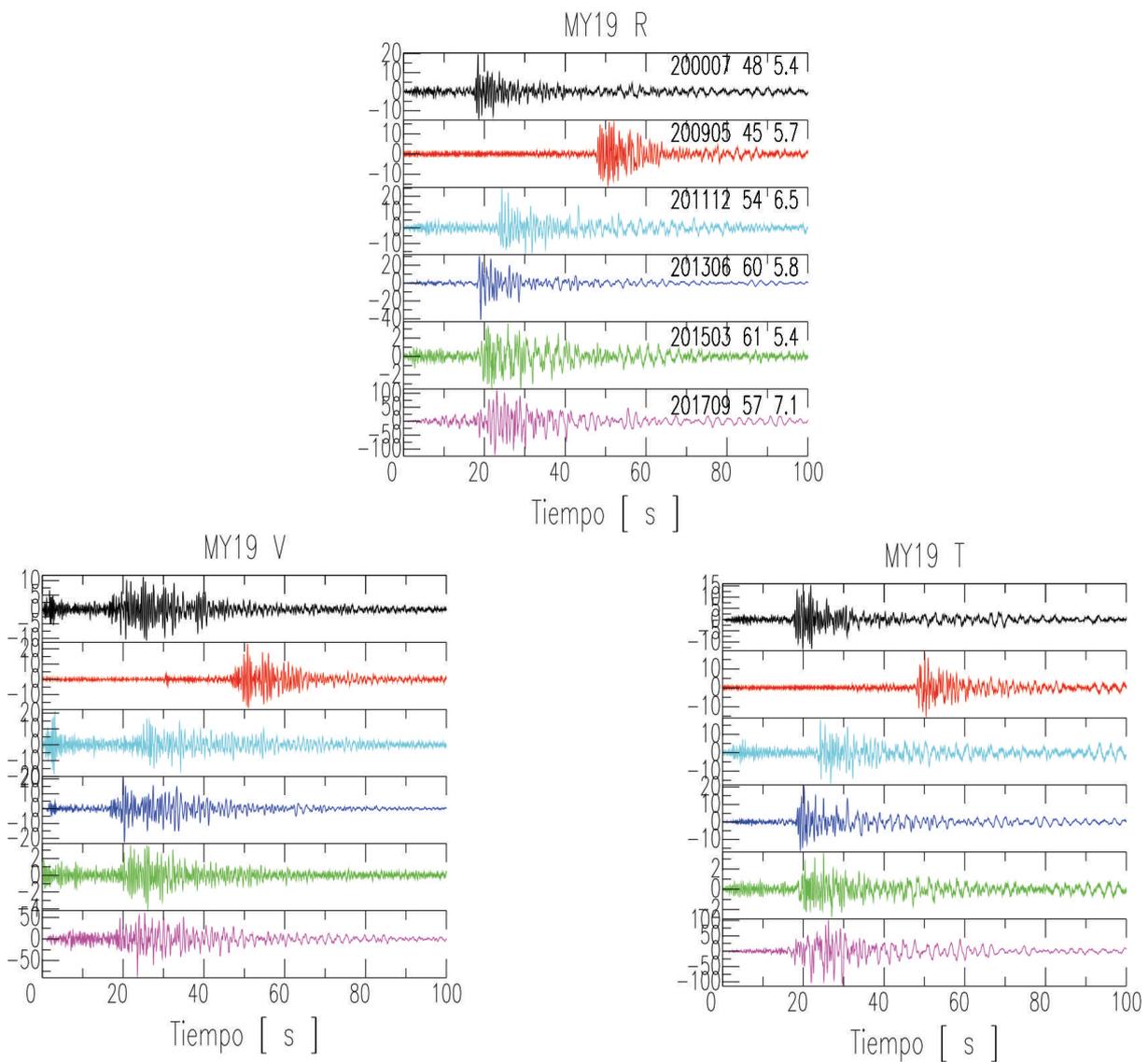


Figura 2. Acelerogramas registrados en la estación MY19 de los seis sismos (Fig. 1a). Se presentan los tres componentes: Radial (R), Vertical (V) y Transversal (T). Los números en los acelerogramas radiales indican el año y mes del sismo, así como la profundidad y magnitud.

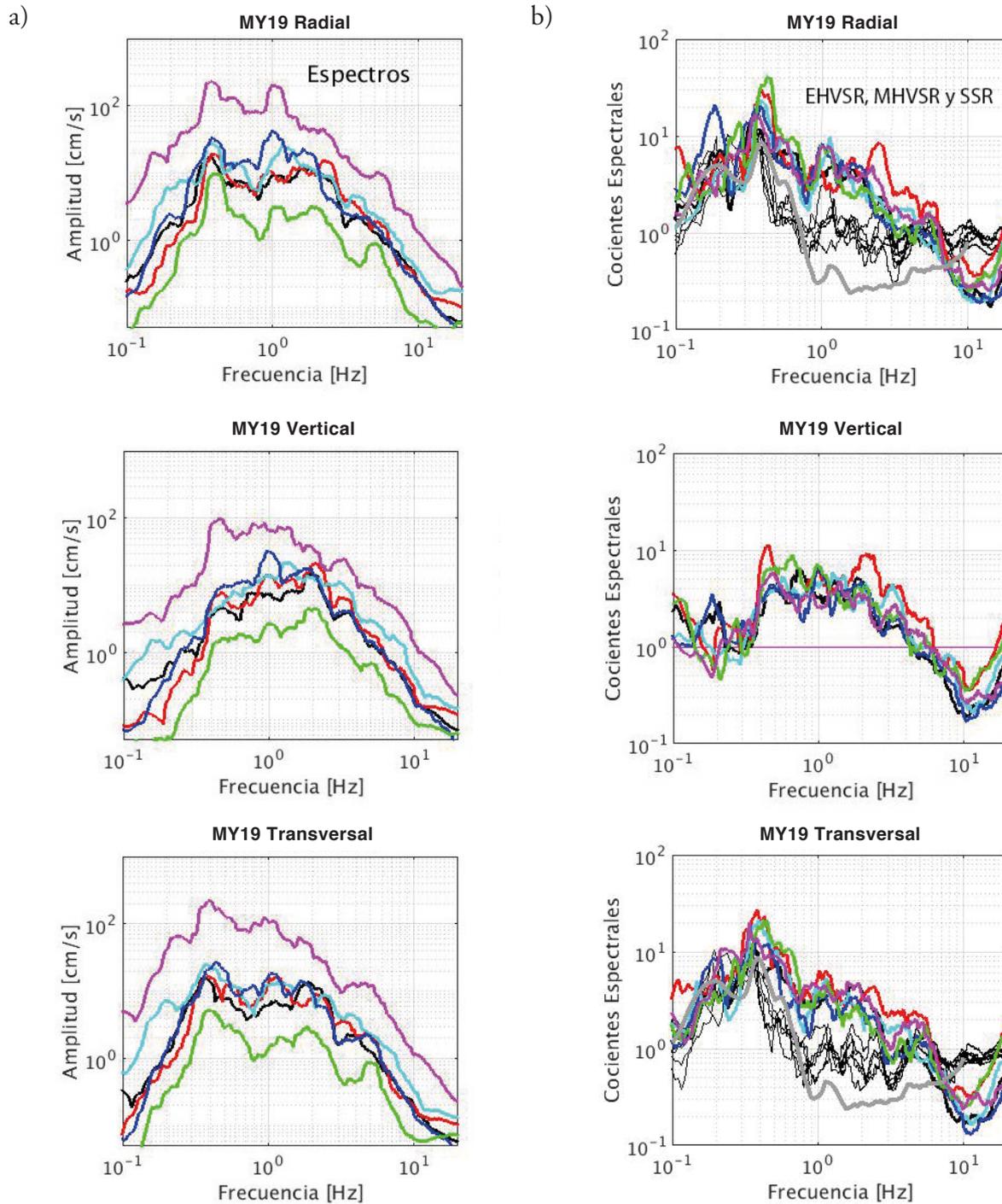


Figura 3. a) Espectros de Fourier de los tres componentes de los acelerogramas de la estación MY19 (ver Fig. 2). b) Cocientes espectrales EHVSR (líneas negras) y MHVSR (línea gris) de los componentes Radial/Vertical (primer renglón) y Transversal/Vertical (tercer renglón). Los cocientes espectrales respecto a CU (SSR) para los tres componentes se dan con los colores usados para cada sismo.

Las diferencias en las amplitudes espectrales están relacionadas con las magnitudes de los sismos. Las irregularidades pueden denotar efectos de fuente, de trayecto y de sitio. Los espectros de los seis sismos dan tres niveles espectrales. Los correspondientes al movimiento vertical parecen ser más uniformes.

A continuación, se observan tanto los cocientes espectrales de tipo H/V (para sismos y vibraciones ambientales) como las funciones de transferencia empíricas. Estas funciones permiten relacionar la entrada y la salida de un sistema lineal en los términos de sus espectros de Fourier. De manera empírica se obtienen a partir de los cocientes de los espectros de movimiento en suelo relativos a los correspondientes movimientos en terreno firme, aceptando que los efectos de sitio en suelo firme son despreciables.

En la figura 3b aparecen con trazas negras los cocientes EHVS (Nakamura, 1989) Radial/Vertical (primer renglón) y Transversal/Vertical (tercer renglón) de los registros de los seis sismos. Los cocientes de vibraciones ambientales, MHVS (línea gris) se calculan con base en las densidades espectrales direccionales (DED, Sánchez Sesma *et al.*, 2011). Además, se muestran los cocientes espectrales respecto a CU (SSR) para los tres componentes y se indican con los mismos colores que aparecen en los acelerogramas de la figura 2.

Los cocientes espectrales (Fig. 3b) y las SSR son muy similares a frecuencias menores a ~ 0.8 Hz aunque las SSR presentan amplitudes mayores. Para frecuencias mayores se aprecian diferencias significativas de los cocientes espectrales para sismos y vibraciones ambientales. En las vibraciones ambientales prácticamente se cancelan los modos superiores (lo que hace pensar en un claro efecto tridimensional), en cambio, los de sismos muestran débilmente la emergencia de modos superiores. Por otra parte, las SSR muestran modos superiores con grandes amplitudes y anchos espectrales significativos. Las amplitudes obtenidas para vibraciones ambientales con las DED son menores pues no son funciones de transferencia. El comportamiento es similar para ambos componentes horizontales. En la figura 3b (renglón central) se muestran los SSR entre los componentes verticales de MY19 con respecto a sus contrapartes de CU para los seis sismos. Se aprecia un aumento casi constante de amplitud entre 0.5 y 2.0 Hz con valores que exceden de 5.0. Este cociente podría usarse para corregir los valores de H/V de vibraciones ambientales de manera semejante a la propuesta de Kawase *et al.* (2018).

Las grandes variaciones en SSR sugieren diversos fenómenos asociados a la irregularidad lateral del subsuelo ya detectadas en los acelerogramas. Al parecer, las ondas superficiales debidas a estratos inclinados, aun con valores tan pequeños como un grado, se generan prácticamente de manera continua en función del espesor. Las ondas superficiales generadas localmente surgen al inicio del tren de la onda cortante o secundaria (S), aunque también podrían estar presentes en la parte de ondas primarias (P). Estas ondas superficiales parecen ser el efecto de una heterogeneidad lateral generalizada, incluso en las partes más planas, en las que se encuentran las estaciones de registro. El modelo clásico de respuesta sísmica 1D sólo se puede reproducir (tanto en amplitud como en las frecuencias resonantes) en muy pocas estaciones, mientras que en otras se deben invocar efectos 3D del subsuelo (tanto por enfocamiento como por el arribo de ondas superficiales). La semejanza de EHVS con MHVS sugiere, al menos en frecuencias menores a ~ 0.8 Hz, que existe un arribo multidireccional de ondas superficiales casi uniforme.

Conclusiones

Nadie pudo imaginar que así como el fantasma de Canterville, de Oscar Wilde, fue maltratado por los gemelos Otis un 19 de septiembre, en esa misma fecha la Ciudad de México también fue maltratada por dos sismos destructivos. Seguirán ocurriendo más sismos que afectarán el valle de la Ciudad de México, y para lograr una mejor comprensión de su respuesta sísmica, en este estudio analizamos los registros de terremotos de fallas normales de profundidad intermedia. Exploramos estos sismos pues las ondas incidentes parecen tener una escasa participación de ondas superficiales regionales. Encontramos una importante generación local de ondas superficiales. Comparamos las relaciones espectrales H/V de sismos (EHVS) con la relación espectral estándar (SSR) con respecto a la CU, que tradicionalmente se considera como un sitio de referencia. También calculamos las relaciones espectrales H/V a partir del ruido ambiental sísmico (microtemblores) en ocho estaciones (MHVS). Los resultados muestran que las diferencias significativas entre los enfoques H/V y SSR son el efecto de heterogeneidad lateral generalizada.

También investigamos las polarizaciones de ondas de cuerpo con el fin de establecer restricciones independientes en la estructura cercana a la superficie, proporcionando información sobre la presencia de heterogeneidad lateral. |

Referencias

1. Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Quarterly Report of the Railway Tech. Res. Inst.*, 30:1, 25-33.
2. Sánchez Sesma, F.; Rodríguez, M.; Iturrarán Viveros, U.; Luzón, F.; Campillo, M.; Margerin, L.; García Jerez, A.; Suarez, M.; Santoyo, M. y Rodríguez Castellanos, A. (2011). A theory for microtremor H/V spectral ratio: application for a layered medium. *Geophys. J. Int.* 186, 221-225.
3. Kawase, H.; Nagashima, F.; Nakano, K. y Mori Y. (2018). Direct evaluation of S-wave amplification factors from microtremor H/V ratios: Double empirical corrections to "Nakamura" method. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*.



ESCENARIOS SÍSMICOS PARA LA ESTIMACIÓN DE DAÑOS ESTRUCTURALES Y PLANIFICACIÓN URBANA EDUARDO REINOSO Y PABLO QUINDE

La estimación de pérdidas humanas y económicas debido a eventos naturales puede ayudar de manera efectiva a los tomadores de decisiones en el desarrollo de acciones de mitigación de riesgos para justamente evitar esas pérdidas. En años recientes, varias entidades y gobiernos, han visto la necesidad de mejorar e incrementar la información relacionada con riesgos naturales, con el fin de desarrollar medidas de reducción de riesgos para varios sectores claves de la sociedad. En este artículo, se presenta un resumen del análisis de riesgo sísmico de la Ciudad de México, para conocer los escenarios más desfavorables (en términos de daños estructurales) y así, plantear planes de respuesta ante un evento sísmico

importante, para desarrollar medidas de prevención de riesgos e incrementar la resiliencia de la Ciudad.

Los componentes principales en un análisis probabilista de riesgo sísmico para edificios son:

a) Modelo de peligro sísmico: A partir de estos modelos, es posible obtener la probabilidad de que se excedan ciertas intensidades. Con estos resultados, se pueden plantear escenarios sísmicos realistas para el cálculo de riesgo.

b) Modelos de bienes expuestos: Se trata de la ubicación y características de bienes expuestos que permitan clasificar a los edificios, como por ejemplo el número de pisos, el año de construcción, el tipo de sistema estructural, el área de construcción y el costo de reemplazo entre otros. Proporciona la información sobre la distribución de los activos. Los resultados del análisis de riesgo dependen de la calidad y detalle de la base de datos de bienes expuestos utilizada.

c) Modelos de vulnerabilidad física: Obtener modelos que proporcionan la probabilidad de pérdida asociada a un nivel de intensidad del sismo. Estos modelos se pueden derivar de métodos empíricos, analíticos, estadísticos o una combinación de estos.

Escenarios sísmicos para el análisis de daños estructurales

En este artículo se han considerado tres grupos de escenarios sísmicos: a) asociados al peligro sísmico probabilista, b) asociados a resultados de pérdidas estimadas máximas y recurrentes, y c) escenarios sísmicos históricos. Estos escenarios generan un panorama general del riesgo sísmico en Ciudad de México, a partir de los cuales es posible proponer medidas de mitigación de acuerdo a un interés específico.

a) Escenarios sísmicos asociados al peligro sísmico probabilista

Los resultados del análisis de peligro sísmico probabilista (PSHA) fueron calculados para varios periodos de retorno considerando los efectos de sitio del lecho lacustre de Ciudad de

México. La principal ventaja de utilizar estudios del tipo PSHA es que se integra la ocurrencia de todos los posibles sismos para calcular una probabilidad de ocurrencia combinada que considere las características sísmicas de la región. En la Figura 1 se muestran mapas de peligro sísmico para los periodos de retorno de TR = 125 y 500 años para Ciudad de México para un periodo de vibración de $T_e = 2.0$ s.

Sin embargo, con esta misma metodología se pierde de vista el “sismo de diseño” (McGuire, 1995). Para encontrar los sismos que mejor representen la sismicidad de una región se utiliza la desagregación sísmica, a partir de la cual se obtiene una magnitud (M) y distancia (R) asociada a eventos de diseño para diferentes fuentes sísmicas. En la Figura 2 se muestra la desagregación sísmica para TR = 250 años en la estación sísmica CU (ubicada en el Instituto de Ingeniería), donde se pueden ver los cuatro escenarios sísmicos escogidos.

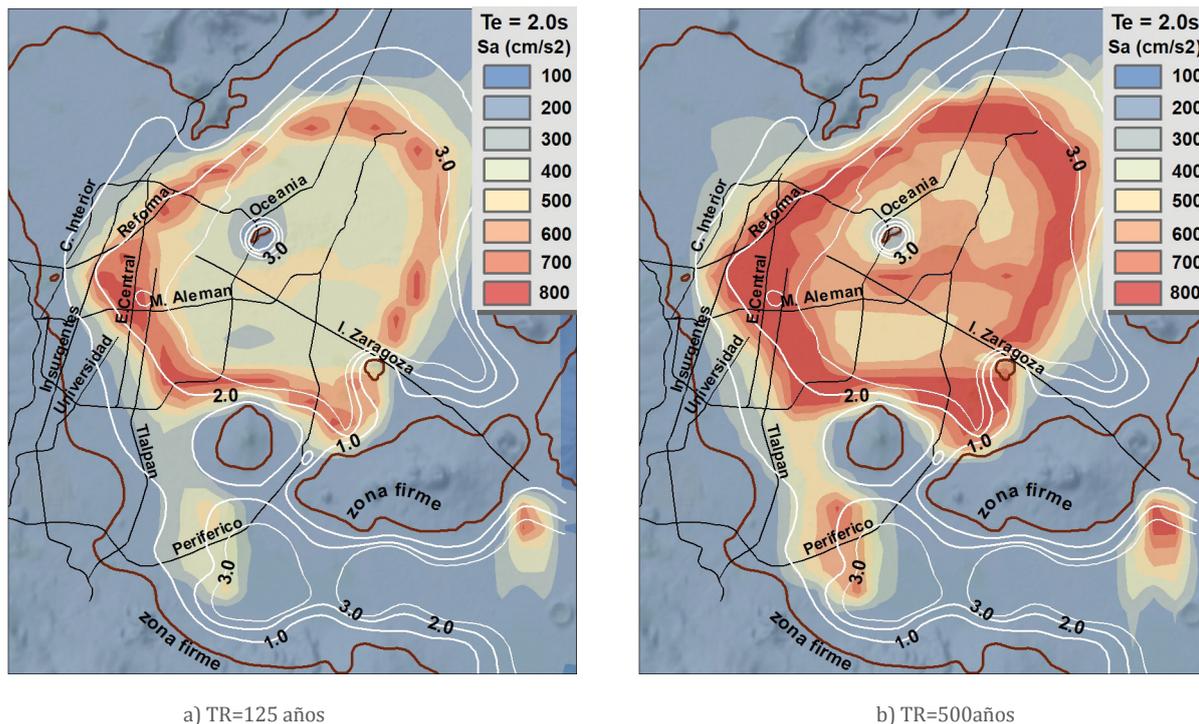


Figura 1. Mapas de peligro sísmico para los periodos de retorno indicados y un periodo de vibración $T_e = 2.0$ s

b) Escenarios sísmicos asociados al riesgo sísmico probabilista

Se estudiaron dos escenarios asociados al riesgo sísmico. El objetivo fue considerar tanto el aspecto financiero como el de planificación de emergencias. Al utilizar una metodología probabilista de riesgo sísmico se obtienen los escenarios: a) escenario asociado al daño máximo, con magnitud $M_w = 7.7$,

a una distancia de $R = 105$ km y una profundidad de $H = 60$ km, el cual, es de interés porque las pérdidas serían elevadas pero la probabilidad de ocurrencia del evento es baja; b) escenario asociado a daños recurrentes, con una magnitud de $M_w = 6.6$, a una distancia de $R = 100$ km y una profundidad de $H = 60$ km, escenario que genera menor daño en la ciudad, pero su frecuencia de ocurrencia es más alta.

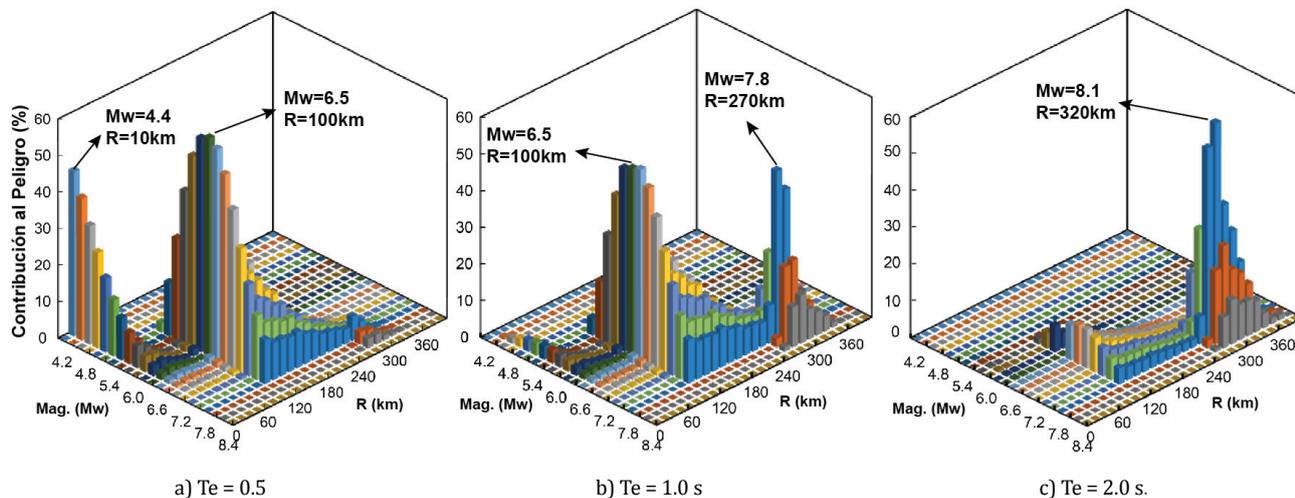


Figura 2. Desagregación sísmica de estación CU para un periodo de retorno de 250 años para los periodos estructurales indicados.

c) Escenarios sísmicos asociados a sismos históricos

Adicionalmente a los escenarios modelados, se analizaron sismos históricos que generaron daños estructurales en la Ciudad de México, con el fin de tener demandas registradas en la ciudad y conocer cuáles serían los daños con el portafolio actual de estructuras.

En las Figuras 3 y 4 que se muestran en la siguiente página aparecen como ejemplos los mapas de daño del escenario asociado al peligro sísmico $M_w = 7.6$ y $R = 270$ km y del sismo

histórico del 11 de noviembre de 1912, conocido como sismo de Acambay ($M_w = 6.9$, $R = 70$ km). En las mismas figuras se muestra la estadística de los edificios dañados debido a estos escenarios. Los resultados sólo se muestran para edificios con más de tres pisos en la zona de lago de Ciudad de México. La incertidumbre de los bienes expuestos del catastro es muy alta debido a la poca información para caracterizar los bienes expuestos, por lo que los resultados podrían afinarse dependiendo del detalle del catastro de la ciudad.

Referencias

- McGuire, R. K., 1995. Probabilistic Seismic Hazard Analysis and Design Earthquakes: Closing the Loop. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 85(5), 1275-1284. DOI: 10.1016/0148-9062(96)83355-9.

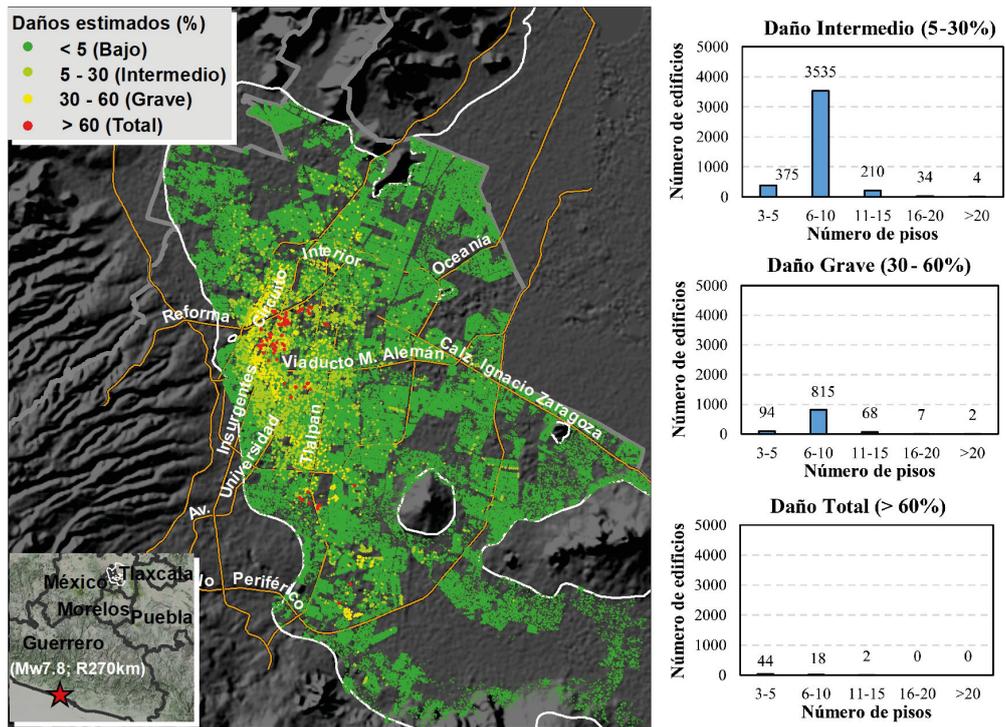


Figura 3. Daños estimados para el escenario: Mw = 7.8, R = 270 km y H = 60 km

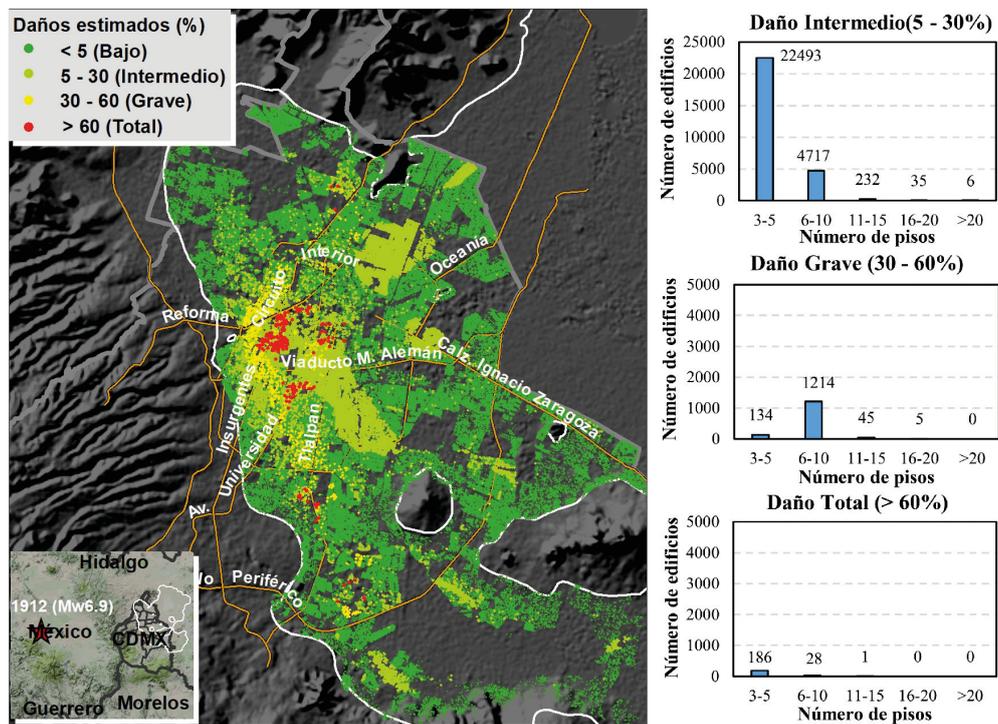


Figura 4. Daños estimados para el escenario 19/11/1912: Mw = 6.9, R = 70 km y H = 15 km

ANÁLISIS PROBABILISTA DEL PELIGRO DE LICUACIÓN

MARIO ORDAZ¹, MIGUEL MÁNICA², EFRAÍN OVANDO²,
LUIS OSORIO², MARÍA CLARA MADRIGAL²

¹ COORDINACIÓN DE INGENIERÍA SISMOLÓGICA

² COORDINACIÓN DE GEOTECNIA

La licuación o licuefacción es un fenómeno que acontece cuando, por efecto de movimientos del terreno inducidos por sismo, la presión de poro en el suelo, típicamente arenas uniformes saturadas, aumenta de manera tal que las partículas que lo forman pierden contacto unas con las otras, con lo que el material se comporta como un fluido. Este fenómeno ocurre cuando la presión de poro tiende al valor del esfuerzo medio total, i.e. cuando el esfuerzo medio efectivo tiende a cero, siendo este último el que controla la resistencia en los suelos granulares. Esto tiene, naturalmente, consecuencias graves para las construcciones asentadas en suelos que experimentan licuación, por lo que un diseño geotécnico adecuado procura que este fenómeno no ocurra frecuentemente, o bien busca mitigar sus efectos.

El problema de predecir en qué circunstancias se presentará licuación, en un suelo caracterizado por un cierto perfil, se ha estudiado desde hace varias décadas. Los métodos más comúnmente usados en la práctica profesional de la geotecnia permiten calcular el factor de seguridad ante la licuación para un estrato localizado a cierta profundidad, cuando el perfil de suelo es excitado por un movimiento sísmico de ciertas características.

Como veremos después, los métodos tradicionales permiten tener una idea del potencial de licuación del suelo ante un temblor individual, definido por sus características de magnitud, aceleración máxima del suelo y, en cierta medida, por su contenido de frecuencias. Sin embargo, los métodos tradicionales dan pocos indicios sobre qué tan frecuentemente ocurrirá la licuación, lo cual hace que el proceso de diseño/revisión se realice sobre bases poco firmes desde el punto de vista probabilista.

Recientemente, investigadores de las Coordinaciones de Ingeniería Sismológica y Geotecnia, a propósito del proyecto de la refinera de Dos Bocas, nos hemos propuesto mejorar los

métodos tradicionales de evaluación del potencial de licuación dándoles un marco probabilista más formal, escribiendo los resultados en un formato probabilista comparable al que se usa en otras áreas de la Ingeniería Sísmica. En este breve artículo se reportan algunos de nuestros hallazgos preliminares.

Métodos tradicionales de evaluación del potencial de licuación

Los métodos tradicionales están enfocados a calcular el factor de seguridad ante licuación FS , comparando dos cantidades, el Cociente de Esfuerzo Cíclico (CSR , por las siglas en inglés de Cyclic Stress Ratio) y el Cociente de Resistencia Cíclica (CRR , por las siglas en inglés de Cyclic Resistance Ratio) de la siguiente manera:

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (1)$$

Como se verá más adelante, las tres cantidades que aparecen en la ecuación anterior dependen de la profundidad de la sección de análisis, z . Sin embargo, por sencillez en la notación, se ha omitido la dependencia explícita de la profundidad.

Como se aprecia en la definición del factor de seguridad, CRR es una medida de resistencia del suelo mientras que CSR es una medida del tamaño de la acción sísmica. De acuerdo con Seed e Idriss (1982), el primer parámetro se define de la siguiente manera:

$$CRR = CRR_{7.5} MSF \quad (2)$$

donde $CRR_{7.5}$ es la resistencia cíclica estandarizada a temblores de magnitud $M=7.5$, mientras que MSF es un factor de corrección por magnitud, dado por:

$$MSF = \left(\frac{7.5}{M} \right)^{2.56} \quad (3)$$

Conviene señalar que existen ecuaciones similares a las ecuaciones de la 1 a la 3 propuestas por otros autores; hemos escogido las aquí presentadas sólo con fines ilustrativos. Siguiendo el procedimiento clásico propuesto por Seed e Idriss (1971), CSR se define de la siguiente manera:

$$CSR = (\tau_{av} / \sigma'_{vo}) = 0.65 (a_{max} / g) (\sigma_{vo} / \sigma'_{vo}) r_d \quad (4)$$

donde a_{max} es la aceleración máxima del suelo en la superficie del depósito, g es la aceleración de la gravedad, σ_{vo} y σ'_{vo} son los esfuerzos verticales totales y efectivos al nivel analizado respectivamente, mientras que r_d es el coeficiente de reducción de esfuerzo, que depende de las características del estrato y de las características de la excitación (amplitud y frecuencia) al nivel de análisis.

Finalmente, diversos autores han intentado adaptar los métodos deterministas más populares en la práctica a un marco probabilista, y han propuesto expresiones para trasladar un cierto FS a una probabilidad de licuación (para un evento sísmico determinista). Por ejemplo, Ku *et al.* (2012) proponen la siguiente expresión:

$$P_L = \frac{1}{1 + \left(\frac{FS}{0.9}\right)^{6.3}} \quad (5)$$

donde P_L es la probabilidad de licuación. De acuerdo con los métodos tradicionales, una sección del perfil será aceptable ante el sismo de diseño si el factor de seguridad es mayor que un número convencionalmente aceptado. Sin embargo, si el análisis se hace con estos métodos, no queda claro qué tan frecuente se presentará la licuación. Claramente, las decisiones de diseño o de aceptación de un perfil serían diferentes si la licuación se va a presentar cada cien años, que si se va a presentar cada mil; pero esto no puede determinarse con los métodos convencionales. En lo que sigue, presentaremos la manera de tener indicaciones probabilistas del potencial de licuación integrando los cálculos de licuación al marco general del análisis probabilista de peligro sísmico. Aun cuando esta integración no es nueva en la literatura especializada, su uso no es común. Además, como señalaremos al final, proponemos algunas mejoras a los procedimientos probabilistas existentes.

Evaluación probabilista del peligro de licuación

Siguiendo el formalismo del análisis probabilista de peligro sísmico (Esteva, 1967 y Cornell, 1968), escribiremos la frecuencia anual de ocurrencia de la licuación v_L , en una sección del perfil del suelo de la siguiente manera:

$$v_L = \sum_{i=1,N} Prob(Licuación | Evento i) Fa_i \quad (6)$$

donde $Prob(Licuación | Evento i)$ es la probabilidad de que exista licuación dado que se presentó un evento con magnitud

y localización dadas y Fa_i es la frecuencia anual de ocurrir del evento i ; en vista de lo señalado anteriormente, la cantidad v_L depende también de la profundidad de la sección estudiada. El término $Prob(Licuación | Evento i)$ se calcula de acuerdo con las ecuaciones de la 1 a la 5, aunque conviene hacer notar que, dado un evento, el valor de a_{max} que aparece en la ecuación 4 es una cantidad aleatoria, por lo que procede tomar en cuenta la incertidumbre correspondiente.

Resultados preliminares

La figura 1 muestra, como función de la profundidad, la frecuencia anual de ocurrencia de la licuación en un perfil de suelo con ciertas características sometido a un ambiente sísmico del sureste de México. De acuerdo con esta gráfica, la frecuencia de excedencia tolerable sería 0.002/año, que está asociada a un periodo de retorno de 500 años. Observamos, por ejemplo, que alrededor de profundidades de 4 o de 10 m, la frecuencia anual de excedencia es mayor que 0.002/año (es decir, el periodo de retorno de la licuación es menor que 500 años), lo que haría inaceptables a los estratos correspondientes a estas profundidades.

Mejoras propuestas

Los criterios aquí presentados brevemente se han incorporado ya en programas de cálculo y se empiezan a ver resultados interesantes. Durante el desarrollo de la investigación hemos ido viendo la necesidad de mejorar algunos puntos del cálculo, en particular los siguientes:

1) La aceleración del suelo en la ecuación 4 debe ser la que se presenta en la superficie del depósito. Esto implica que la precisión en el cálculo de la probabilidad de licuación dependerá de qué tan bien se modelen los efectos de amplificación local, o efectos de sitio. Una revisión de la literatura internacional nos revela que hay, en este punto, grandes oportunidades de mejorar las metodologías existentes.

2) Aunque no tenemos espacio suficiente para explicarlo, el factor r_d que aparece en la ecuación 4, depende del perfil de esfuerzos resultante en el depósito, el cual a su vez, depende tanto de las propiedades del suelo (incluyendo las no lineales) como del contenido de frecuencias del movimiento incidente. Aquí también, los métodos tradicionales son bastante rudimentarios, por lo que cabe mejorarlos. |

COORDINACIÓN DE INGENIERÍA SISMOLÓGICA

Referencias

1. Cornell, C. A. (1968). Engineering seismic risk analysis, *Bull. Seism. Soc. Am.* 63, 9-48.
2. Esteva, Luis (1967). Criteria for the construction of spectra for seismic design, *3rd Pan-American Symposium of Structures*, Caracas, Venezuela, 3-8 July (in Spanish).
3. Ku C. S.; Juang H.; Chang C. W. y Ching J. (2012). Probabilistic version of the Robertson and Wride method for liquefaction evaluation: development and application, *Canadian Geotechnical Journal* 49, 27-44.
4. Seed, H. B. e Idriss, I. M. (1971). Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential, *J. Geotech. Engrg. Div., ASCE*, 97(9), 1249-1273.
5. Seed, H. B. e Idriss, I. M. (1982). Ground motions and soil liquefaction during earthquakes, *Earthquake Engineering Institute Monograph*, Oakland, California.

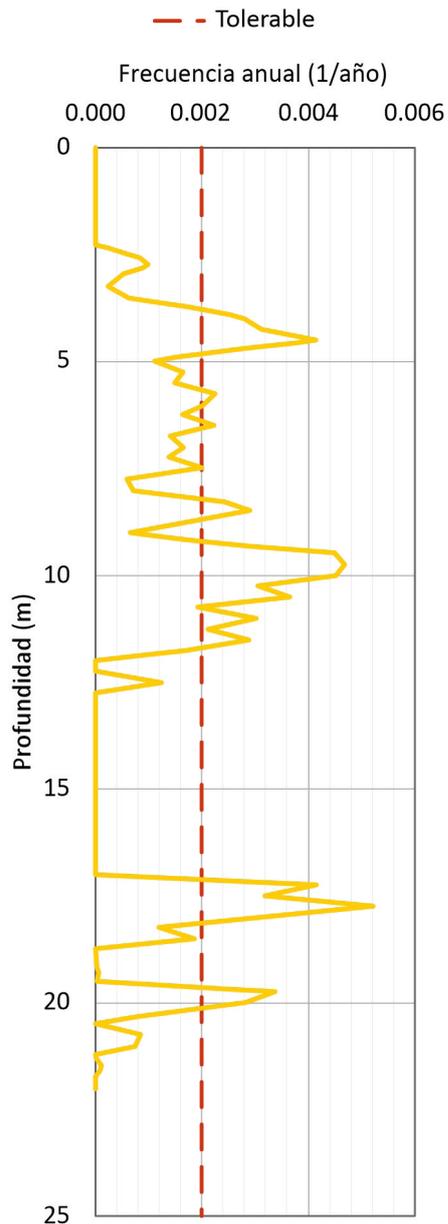


Figura 1. Ejemplo de resultados obtenidos del análisis probabilista de licuación

Actividades Extra Académicas del Instituto de Ingeniería UNAM

Cine sonoro
METROPOLIS

Noviembre 20, 2019
18:00 h
Auditorio José Luis Sánchez Bribiesca
Torre de Ingeniería

Actividades Extra Académicas del Instituto de Ingeniería UNAM

Villancicos
Coral
Divertimento
México

18:00 h | Diciembre 3, 2019
Auditorio José Luis Sánchez Bribiesca,
Torre de Ingeniería

ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SÍSMICA DE LA CDMX Y ÁREAS ALEDAÑAS- PARTE SUR

JAVIER LERMO, SILVIA GARCÍA,
FRANCISCO J. SÁNCHEZ SESMA,
ERICK RAMOS, IVÁN ÁLVAREZ,
JUAN LUNA, OMAR MACHADO, ÁNGEL ZÚÑIGA,
NALLELY JIMÉNEZ Y NAVIL TÉLLEZ

Después del gran terremoto de 1985 (Mw8.1), se publicaron trabajos donde se estimaron periodos dominantes del suelo (T_s) para la Ciudad de México, usando registros de microterremores y movimientos fuertes. Estos datos fueron la base para generar el mapa de isoperiodos contenido en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTCDS) del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF, 2004).

Una de las características de los suelos es su periodo dominante que no varía con el tiempo, por ello, es importante incluir los mapas de estos periodos dentro de las NTCDS.

En las normas de 2004 aparece el primer mapa de isoperiodos para la CDMX, también conocido como el mapa de zonificación sísmica. La importancia de estos mapas radica en la prevención para que los periodos de las estructuras no coincidan con los periodos dominantes del suelo, evitando así la resonancia y el daño de las construcciones.

El mapa de 2004 está dividido en tres zonas: La primera (llamada zona de lomas) presenta periodos menores a 0.5s, la segunda (llamada zona de transición) se encuentra entre los periodos de 0.5 a 1.0s, y la tercera (llamada zona de lago) corresponde a periodos mayores a 1.0s. La zona del lago está dividida en otras 4 subzonas (IIIa, IIIb, IIIc, IIId).

En 2012, a solicitud de la Coordinación Técnica de la Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno del DF, se desarrolló una actualización del mapa de isoperiodos, sin embargo, fue hasta el terremoto de 2017 que dichos estudios se incorporan a las Nuevas Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del Reglamento

de Construcciones de la Ciudad de México (RCCDMX) publicado el 15 de diciembre de 2017. Esta publicación tiene antecedentes en la norma de 2004 donde se presenta, además, un mapa de zonificación geotécnica que no tuvo cambios notables comparándolo con el de 2017.

El objetivo de esta investigación es revisar los límites de las zonas de lomas, transición y lagos para que coincida la zonificación geotécnica con la zonificación sísmica. Para ello, se realizaron campañas de registro de ruido sísmico con lo que es posible determinar, con mayor precisión, las curvas que establecen el periodo dominante del suelo. El estudio consistió en 716 mediciones en las alcaldías de Iztapalapa, Xochimilco y Tláhuac, con mayor número de registros en las colonias Del Mar, San Lorenzo Tezonco, El Molino, La Planta, La Nopalera, Santa María Nativitas, Lomas de Tonalco, San Gregorio Atlapulco, La Noria, etc., debido a que ahí se localiza el mayor número de agrietamientos que aparecieron después del terremoto de 2017.

A partir de las mediciones se detectó que los periodos dominantes varían debido a los derrames basálticos provenientes de las Sierras de Santa Catarina y Chichinautzin (siendo el más destacado el que proviene del volcán Yuhualixqui que alcanza los límites de las alcaldías de Tláhuac y el lago de Xochimilco).

Por otro lado, la distribución de los agrietamientos que aparecieron antes y después del terremoto del 19 de septiembre de 2017, en nuestra zona de estudio se distribuye precisamente en los límites de estos derrames basálticos, como se pueden observar en las figuras 1 y 3, que se encuentran entre los periodos dominantes de 0.5, 2s y hasta 50 m de profundidad.

Para conocer la profundidad de los derrames basálticos se recopiló la información disponible de sondeos geotécnicos, pozos de agua y pozos profundos de 35 sitios que se ubican dentro del área de estudio (puntos azules, Fig. 3), en los cuales, el valor del espesor de los sedimentos se aprecia con claridad. En 21 sitios se realizaron mediciones de ruido sísmico, mientras que en los sitios restantes se relacionó la medición de ruido más cercano al sitio. Con los valores de las profundidades de los derrames o depósitos profundos (Hs) y los valores de periodos dominantes obtenidos en esos 35 sitios (Ts), se pudo graficar la relación de los espesores con los periodos dominantes, encontrando una relación empírica donde $Hs = 23.7 Ts^{0.96}$ (ver Fig. 2).

Finalmente, los mapas de isoperiodos e isoprofundidades definen varios derrames basálticos provenientes de las Sierras de Santa Catarina y Chichinautzin (siendo el más destacado el que proviene del volcán Yuhualixqui); siendo más abrupta la parte de la Sierra de Chichinautzin y más suave la Sierra de Santa Catarina. Por lo que, proponemos **una nueva zona de transición** que quedará establecida entre los periodos 0.5 a 2.0 segundos y entre 10 a 50 metros de profundidad, ya que la mayoría de las grietas y daños estructurales causados por el sismo del 19 de septiembre de 2017 se encuentran en este intervalo (ver Figs. 1 y 3).

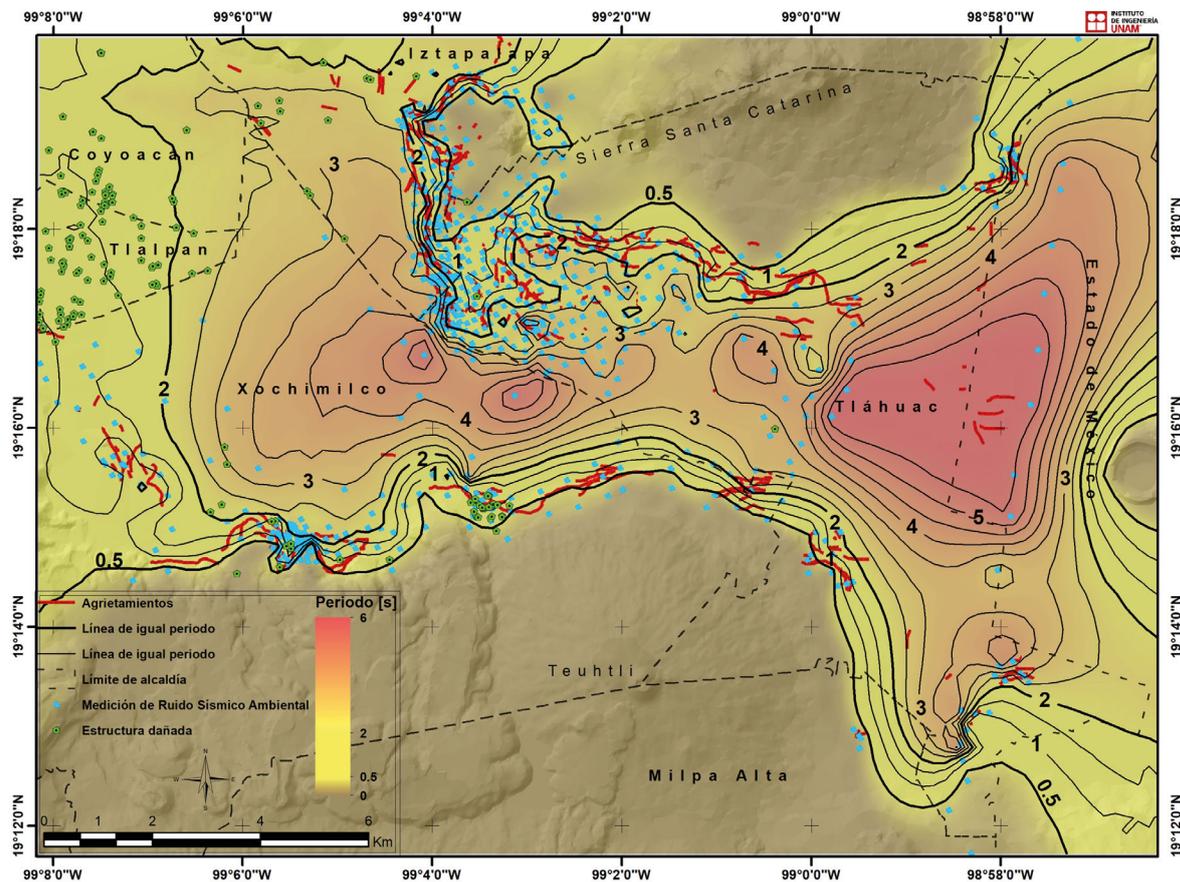


Figura 1. Mapa de periodo dominante del suelo (Ts) para la subcuenca de Xochimilco-Chalco. Los agrietamientos que aparecieron después del sismo del 19 de septiembre de 2017 se muestran en color rojo, mientras que en color verde se aprecian las estructuras dañadas.

Con esta propuesta, los mapas de zonificación geotécnica y el de zonificación sísmica quedarían modificados en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño Sísmico del Reglamento de Construcciones de la CDMX publicado en diciembre de 2017.

Estos nuevos mapas protegerán a las construcciones de las zonas de agrietamiento evitando daños en futuros terremotos, porque la revisión será mayor en cuanto al aspecto geotécnico y sísmico, ya que el problema existe de origen debido a los derrames y a las condiciones originales de la geomorfología de la cuenca endorreica en que vivimos.

Si desea mayor información sobre el tema puede consultar la siguiente liga:

<https://www.dropbox.com/sh/4blc4o614n4snid/AAC1-NIAUTR7nqSiRGW0oKD4a?dl=0>

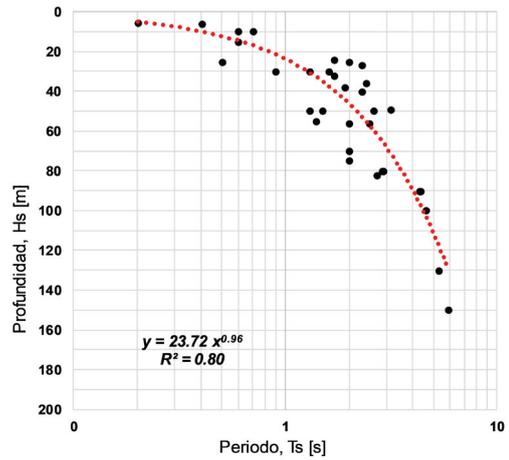


Figura 2. Ajuste no lineal para los datos de periodos dominantes del suelo (Ts) y profundidad (Hs). Se muestra la ecuación de ajuste y el valor de la correlación.

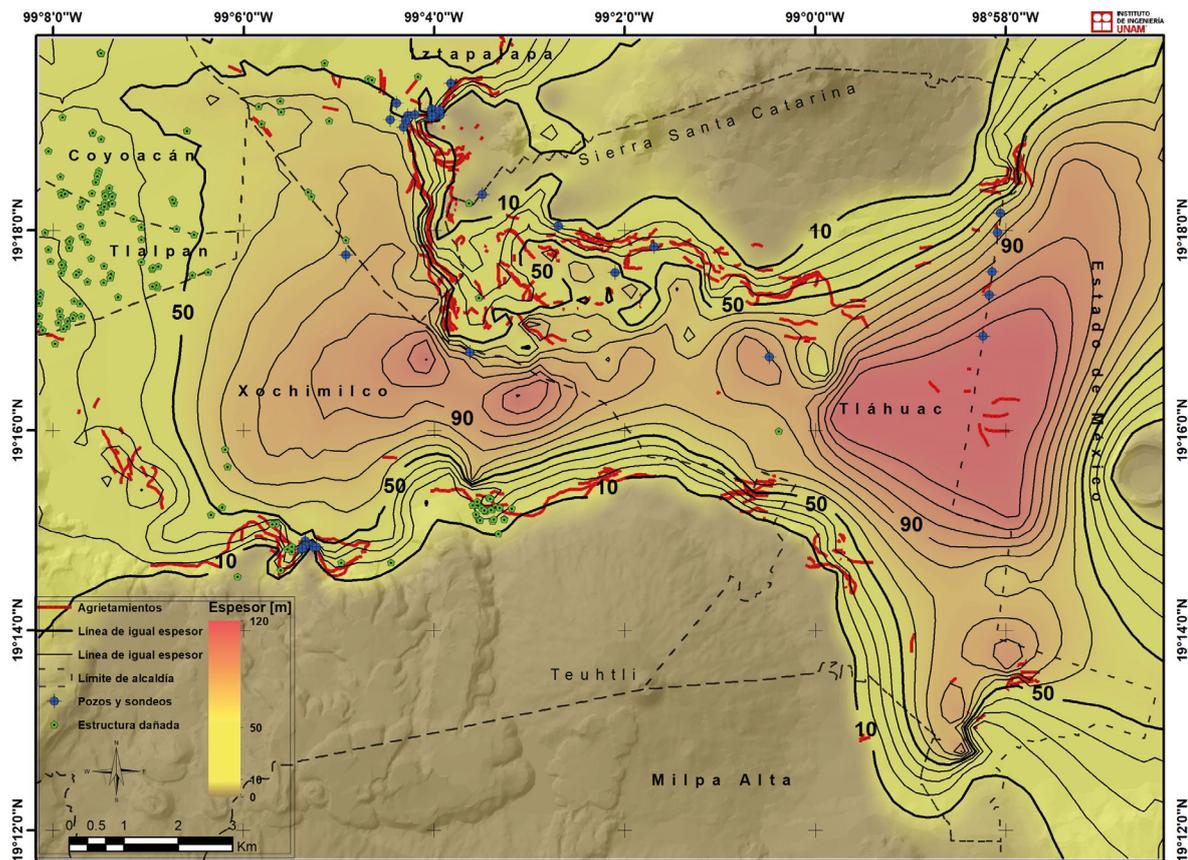


Figura 3. Mapa de isoprofundidad a la cima de los derrames basálticos o al contacto entre la arcilla inferior y los depósitos profundos (Hs). Las cruces azules muestran los puntos donde se conoce el espesor de la capa de arcilla.



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM



CEPROCOR
CENTRO DE EXCELENCIA EN PRODUCTOS Y PROCESOS



Bioq. Esp. Julieta Borello

CEPROCOR, Argentina

CURSO

PLAGUICIDAS EN EL AMBIENTE: COMPORTAMIENTO Y ANÁLISIS

Introducción al tema del estudio de los plaguicidas, su importancia en el ambiente y su análisis. Se presentarán definiciones y conceptos, normativas internacionales, mecanismos de transporte, toxicocinética, toxicodinamia y análisis en diferentes matrices (agua, suelo, tejidos).

27 al 29 de noviembre de 2019

9:00 a 12:00 h

CURSO SOBRE

SUSTANCIAS EMERGENTES: ANTIBIÓTICOS Y ANTIINFLAMATORIOS, IMPORTANCIA Y ANÁLISIS

Introducción al tema del estudio de las sustancias emergentes con énfasis en antibióticos y antiinflamatorios de uso veterinario, su importancia en el ambiente y su análisis. Se presentarán definiciones y conceptos, análisis en agua y suelo, así como perspectivas de regulación.

3 de diciembre de 2019

9:00 a 13:00 h

Salón de Seminarios Emilio Rosenblueth
Edificio 1, Fernando Hiriart, Instituto de Ingeniería, UNAM,



Sigue la transmisión
en vivo a través de:
<http://bit.ly/2VIQfZK>

Entrada gratuita previa inscripción
con Rosa María Flores Serrano
mpenat@iingen.unam.mx
Mayores informes al tel: 5556233600 Ext 8653

Cursos con valor curricular. Cupo limitado.
Se entregará constancia con 80% de asistencia.



ROBERTO MELI PIRALLA DOCTORADO HONORIS CAUSA DE LA UNAM

El Dr. Roberto Meli Piralla recibió el doctorado Honoris Causa de la UNAM por sus méritos y contribuciones excepcionales en beneficio de la sociedad, el 26 de septiembre.

A raíz de esta distinción el Dr. Meli impartió una conferencia magistral que llevó por título *Efectos de los sismos del último siglo*, en la cual se refirió a los sismos que han causado mayores daños en nuestro país: 1911, 1975, 1979, 1985 y 2017. Al movimiento ocurrido en 1911 se le conoce como el sismo de Madero ya que coincidió con la entrada de Francisco I Madero a la capital, el de 1957 es llamado del Ángel debido a que éste se cayó del monumento de la Independencia, el de 1979 es conocido como el terremoto de la Ibero dado que los edificios de la Universidad

Iberoamericana colapsaron. El movimiento de 1985 ha sido el de mayor magnitud 8.1, el cual tuvo su epicentro en las costas de Guerrero y Michoacán, mientras que el ocurrido en 2017 cuyo epicentro se ubicó en los límites de Morelos y Puebla también causó daños de consideración.

Los sismos han servido para aumentar la investigación, la normatividad y la práctica del diseño sísmico de los edificios –afirmó el galardonado– y el Instituto de Ingeniería ha tenido especial interés en los temas de ingeniería sísmica y estructural –concluyó–.

Enhorabuena a nuestro investigador emérito por este merecido reconocimiento. |

PREMIO VÍCTOR MANUEL LUNA CASTILLO

El pasado 17 de octubre de 2019, se hicieron acreedoras al XIII Premio Anual Ing. Víctor Manuel Luna Castillo, las alumnas Ileana Elizabeth Monsalvo Franco y Diana Margarita Portillo Arreguín, quienes obtuvieron el primer y segundo lugar respectivamente en la categoría de mejor tesis de licenciatura. Ileana Elizabeth participó con la Tesis: *Efectos de los amortiguadores de masa sintonizada en la respuesta sísmica de estructuras de la Ciudad de México* bajo la dirección del Dr. Héctor Guerrero Bobadilla; por su parte, Diana Margarita lo hizo con la Tesis: *Determinación experimental de las propiedades térmicas del suelo del Ex-Lago de Texcoco*, investigación dirigida por la Dra. Norma Patricia López Acosta. |



PREMIO ENERGÍA 2018

La Comisión Federal de Electricidad y Fundación UNAM entregaron el Premio de Energía 2018, el pasado 30 de septiembre en la Unidad de Seminarios Ignacio Chávez. Este Premio se instituyó para promover y reconocer la investigación científica y el desarrollo tecnológico en las materias del sector de energía. Entre los galardonados se encuentra Jordán Pérez Sánchez, quien recibió el segundo lugar por su tesis doctoral *Estudio de integración de captura de CO₂ en turbinas de gas (Ciclo combinado) en el sector eléctrico mexicano*, trabajo que realizó bajo la dirección del Dr. Javier Aguillón Martínez, investigador del IIUNAM.

¡Enhorabuena! |



LOS PROBLEMAS DE CUATRO CIÉNEGAS

Cuatro Ciénegas se ubica en el Estado de Coahuila, al Norte de México, es parte del gran desierto de Chihuahua que empieza desde Querétaro e Hidalgo hasta Texas, rodeado de enormes Sierras; es una mariposa en el desierto que tiene los yacimientos de yeso más puros producidos por restos de caracoles durante el Jurásico. Este Valle nunca fue enterrado debido a que las bacterias no permitieron que se asentara el suelo encima, motivo por el que ese yeso es químicamente puro, lo que hace de Cuatro Ciénegas un lugar no solamente paisajísticamente, sino biológicamente único –comenta la Dra. Valeria Souza Saldivar–.

Uno de los principales problemas que tiene esta zona es la sobreexplotación de su acuífero por la agricultura. En este oasis, el agua profunda que está guardada dentro de la Sierra de San Marcos y Pinos, sube debido al calor y a la presión que ejerce una bolsa magmática que hay en el fondo de la montaña; el agua que sube rica en minerales y bacterias forma las pozas. Sin embargo, ahora el humedal no está húmedo, por lo que el acuífero no se está recargando y está agotado. De los humedales que había hace 50 años sólo queda 5%, por una parte se saca el agua superficial por canales, en particular de Saca Salada, que exporta miles de millones de litros al año del agua del humedal hasta el ejido 8 de enero cerca de Monclova. Por otra parte, hay muchos pozos profundos que toman el agua desde el acuífero antes de que pueda recargar las pozas. Estos pozos profundos riegan más de 2 500 hectáreas de alfalfa dentro y fuera del valle, por lo que, la suma de todas estas extracciones hace que ya no haya agua. Esta “tragedia de los comunes” no sólo va a hacer que la población se quede en poco tiempo sin agua, también pone en juego perder la memoria microbiana más antigua del planeta, memoria que se guardó en la montaña junto con los sedimentos marinos ancestrales y las condiciones minerales de esos mares, ya que este humedal es el más diverso del mundo en cuestión de microbios.

El Churince, sistema hidrológico ubicado en el valle de Cuatro Ciénegas era, hasta 2016, el sitio mejor descrito de México y sus bacterias nos llevaban al precámbrico tardío, periodo donde se diversificaron y aislaron del resto del mundo. Desafortunadamente, debido al mal uso que hacemos



Felicitemos a la Dra. Valeria Souza Saldivar, investigadora del Instituto de Ecología de la UNAM, quien por sus trabajos de investigación en el campo de la evolución molecular en Cuatro Ciénegas, ingresó en octubre de este año como miembro internacional honorario de la Academia Americana de Artes y Ciencias. La Academia se fundó en 1780 por George Washington, Benjamín Franklin y Thomas Jefferson, a la que pertenecieron científicos como Charles Darwin, Albert Einstein, además de doscientos premios nobel.

del agua del Churince, ahora estamos trabajando en un nuevo sitio de estudio, del otro lado de la sierra de San Marcos, esta es una poza muy somera que cuando se inunda por la lluvia, forma domos, por lo cual la llamamos “domos del arqueano”; este sitio es fascinante, ya que, al recargar al acuífero profundo, establece comunicación con el microbioma de la montaña. Como resultado de esta comunicación, en tiempo de lluvias en un área de 1.5 metros, encontramos con el gen 16S rDNA, casi un millón de especies, la mayor parte de ellas únicas. Esta diversidad extraordinaria nos lleva a pensar en la sierra como un “banco de germoplasma”, ya que la diversidad encontrada en este sitio arcilloso, es dos órdenes de magnitud más alta que cualquier sitio descrito en el planeta.

Los que hemos estudiado esta zona somos investigadores de la UNAM principalmente del Instituto de Ecología, Biología, Química, Biotecnología y Ciencias Genómicas, además del Instituto de Investigaciones de Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) y de la ENES que está en Morelia, así como de las Universidades de Nuevo León, de Durango y de las Universidades de Michigan, Minnesota, Texas y California en EUA.

En lo personal –agrega la Dra. Souza– estoy interesada en realizar un proyecto de frontera de la ciencia con los Institutos de Ingeniería y de Geofísica de la UNAM para buscar la fuente del agua y seguir la biodiversidad que hay dentro de la montaña de la Sierra San Marcos, porque ahí se encuentra la información del acuífero profundo y de la biodiversidad que hay en Cuatro Ciénegas.

Como ya lo explicamos anteriormente, el agua que se extrae de este lugar va a dar a riegos de alfalfa, forraje que requiere mucha agua ya que se riega por inundación. Para estos cultivos, el riego por goteo es una opción, o bien introducir cultivos más adecuados a la región, que requieran menos agua ya que ésta es una región desértica.

Desde hace más de cincuenta años, los usuarios del agua por canal en esta zona son cinco ejidos que están afuera de Cuatro Ciénegas, los cuales pueden obtener agua de pozos locales

donde tienen sierras gigantescas con acuíferos que no han sido tocados por aquello de los usos y costumbres.

Por todas estas características, Cuatro Ciénegas se convierte en un lugar único que debemos proteger por lo que sería muy bueno que la Comisión Nacional del Agua cerrara los canales de Saca Salada y Santa Tecla, que exportan el agua del humedal más diverso del planeta y a los usuarios de dicho canal, se les realizará la perforación de cinco pozos para evitar que dejen de cultivar con esta agua milenaria que guardó la historia del erase una vez.

SEMANA DE TECNOLOGÍAS DEL LENGUAJE EN LA UNAM

Formar personal especializado y comprometido con el estudio, desarrollo y difusión de metodologías y técnicas de las diversas áreas de la Ingeniería Lingüística es el objetivo con el que se fundó hace 20 años el Grupo de Ingeniería Lingüística (GIL) del IIUNAM.

Como parte de las celebraciones y de la labor de difusión que el GIL realiza, se llevó a cabo la Semana de Tecnologías del Lenguaje, del 2 al 6 de septiembre en diferentes recintos de Ciudad Universitaria, con tres eventos principales: la EXPO de Tecnologías del Lenguaje, el IX Coloquio de Lingüística Computacional, y el VIII Seminario de Ingeniería Lingüística.

La IV EXPO de Tecnologías del Lenguaje tuvo lugar en el Centro de Ingeniería Avanzada del anexo de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y representa un esfuerzo conjunto entre el GIL, la Facultad de Ingeniería (FI), el Centro Virtual de Computación (CViCom) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). En la inauguración estuvieron presentes Carlos Escalante (director de la FI), Luis Álvarez Icaza (director del Instituto de Ingeniería, II), Gerardo Sierra (jefe del GIL), Boris Escalante (coordinador de CViCom) y Abel Herrera (coordinador del Laboratorio de Tecnologías del Lenguaje de la FI).

Entre los desarrollos tecnológicos que se presentaron por parte de la UNAM se encuentran Justina y Takeshi, dos robots del Laboratorio de Bio-robótica de la FI que han sido galardonados con premios internacionales. De la misma Facultad de Ingeniería se tienen los desarrollos de tecnologías de voz del Laboratorio de Tecnologías del Lenguaje, así como las aplicaciones de Campus AI-UNAM MOBILE. Por parte del Instituto de Ingeniería, el GIL presentó los sistemas Símil y SAUTEE, así como el Corpus Paralelo de Lenguas Mexicanas.

Por parte del Laboratorio de Tecnologías del Lenguaje y del Conocimiento de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, estuvieron: Arthur y Husky, dos humanoides que pueden reproducir expresiones humanas.

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), campus Cuajimalpa, a través del grupo de investigación Lenguaje y Razonamiento presentó tres aplicaciones de Procesamiento del Lenguaje Natural en áreas relacionadas con Salud, Seguridad y Difusión en Redes Sociales. También estuvieron presentes las tecnologías más recientes desarrolladas por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, el Colegio de México y CentroGEO.

Del ámbito privado se mostraron tecnologías desarrolladas para *chatbots* de Hola Gus y para monitoreo de medios de Eficiencia Informativa, entre otros.

Para complementar la EXPO, en el Auditorio Sotero Prieto se realizaron una serie de conferencias, en las que participaron Alejandro García Romero (director de UNAM MOBILE); Alexander Gelbukh (fundador del Laboratorio de Lenguaje Natural y Procesamiento de Texto del Instituto Politécnico Nacional) y Verónica Dahl (Investigadora de la Universidad Simon Fraser y madre fundadora de la programación lógica).

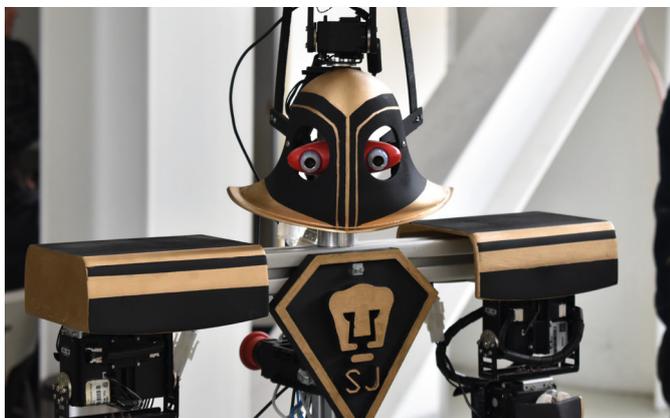
La siguiente actividad fue el IX Coloquio de Lingüística Computacional compuesto por 8 mesas, además de dos ponencias magistrales. Los temas abordados fueron: lingüística forense, enseñanza, discurso, clasificación, lenguas indígenas, bases teóricas, lexicografía computacional y aprendizaje automático. En este Coloquio tomaron parte las Facultades de Música, de Estudios Superiores Cuautitlán, Filosofía y Letras, Ingeniería, Psicología, los Institutos de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, Ingeniería e Investigaciones Filosóficas. Además, la Escuela Nacional de Antropología e Historia, los Centros de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social,

Investigación y Desarrollo Tecnológico y las Universidades del Valle de México Campus Tuxtla Gutiérrez, la Autónoma de Querétaro y el Colegio de México.

La semana de Tecnología del Lenguaje cerró con el VIII Seminario de Ingeniería Lingüística, en el Salón de Seminarios Emilio Rosenblueth del IIUNAM, con cuatro mesas donde se habló sobre computación y lenguaje; ciencia de datos y lenguaje; conocimiento especializado y lenguaje así como cognición y lenguaje. También, se impartieron dos conferencias magistrales: una de ellas estuvo a cargo de Ricardo

Baeza (CTO de NTENT) y la otra de Verónica Dahl (Universidad Simon Fraser). Hubo también una mesa redonda sobre Investigación, Desarrollo e Innovación en Procesamiento de Lenguaje Natural, coordinada por Roberto López del GIL, en las que participaron Ricardo Baeza (NTENT); David Pinto (Laboratorio de Tecnologías del Lenguaje y del Conocimiento de la BUAP); Nuria Bel (UPF) y Salvador Morales (Coordinación de Innovación y Desarrollo de la UNAM).

Para mayor información, se tiene la página web: www.corpus.unam.mx/SemanaTL



ESCUELA NACIONAL DE SUPERCONDUCTIVIDAD 3ª EDICIÓN

Promover la superconductividad con cursos básicos y avanzados en temas de ciencia básica y sus aplicaciones a través de varios seminarios y cursos, fue el objetivo de la 3ª edición de la Escuela Nacional de Superconductividad que tuvo lugar en las instalaciones del Instituto de Ingeniería en Ciudad Universitaria.

Durante cinco días, del 17 al 21 de junio de 2019, en los que participaron 16 expositores y 66 participantes registrados, de los cuales 41 son nivel licenciatura y 25 nivel entre doctorado y maestría, se abordaron los siguientes temas: 1) introducción a la superconductividad (cursos introductorios), 2) física de los materiales superconductores, 3) nuevos superconductores, 4) características principales de los superconductores, 5) la síntesis de superconductores de alta temperatura crítica, y 6) aplicaciones de los superconductores

(en ciencia básica con los aceleradores de partículas y la fusión nuclear como en los sistemas eléctricos de potencia).

Las ponencias estuvieron a cargo de personal de los Institutos de: Ingeniería, Física, Investigaciones en Materiales y Facultad de Ciencias, todos ellos de la Universidad Nacional Autónoma de México; de académicos de la Universidad de Guanajuato y de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca; además de Colegas extranjeros de la Universidad de Bolonia Italia y de la Universidad Federal Fluminense, Brasil.

En esta ocasión, los organizadores fueron los doctores Frederic Trillaud del Instituto de Ingeniería, Miguel Ángel Solís Átala del Instituto de Física y Carlos Ramos Ramírez de la Facultad de Ciencia de la UNAM. El evento recibió apoyo financiero de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM a través del proyecto PAPIME 2019 #PE107519.

En breve empezarán a organizar la 4ª Escuela Nacional de Superconductividad que tendrá lugar en 2020.

LA INCERTIDUMBRE COMO EXPRESIÓN DE LA CALIDAD DE LAS MEDICIONES

El avance tecnológico de prácticamente todas las áreas del conocimiento científico ha favorecido la evolución de las definiciones de las unidades de medida. Esto permitirá que puedan ser reproducidas en cualquier parte del universo y que no exista diferencia entre lo que antes diferenciábamos como unidades base y unidades derivadas. En este sentido, la incertidumbre juega un papel importante porque se establecieron constantes con valores exactos, es decir, sin incertidumbre. De esta manera, las contribuciones a la incertidumbre solo vendrán de los experimentos con los que se reproduzcan las definiciones y las constantes.

El pasado 20 de mayo entraron en vigor nuevas definiciones para el amperio, el kilogramo, el kelvin y el mol. Es en este marco que, los días 21, 22 y 23 de agosto, se llevó a cabo el Simposio *La incertidumbre como expresión de la calidad de las mediciones* en las instalaciones del Instituto de Ingeniería y del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS) de la UNAM. En este simposio se discutió el efecto que tienen estos cambios en la educación y en las investigaciones universitarias actuales. El objetivo del evento fue generar conciencia de la importancia de hacer mediciones con altos estándares de calidad, su relevancia en la obtención de resultados confiables y el impacto que tienen las nuevas definiciones.

El Simposio surgió por iniciativa de la M.A.I. Tonantzin Ramírez Pérez, la Q.F.B. Denise Reyes García, la M. en I. Diana García Aguirre, que pertenecen al Laboratorio de Ingeniería Ambiental del IIUNAM; el Dr. Eduardo Gutiérrez Peña, del Departamento de Probabilidad y Estadística del IIMAS; y el Dr. Jesús Carlos Sánchez Ochoa, de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional. El evento fue posible gracias al entusiasta apoyo de la Dra. Susana Saval Bohórquez, jefa del Laboratorio de Ingeniería Ambiental, Responsable del Sistema de Gestión de la Calidad y Coordinadora de Hidráulica y Ambiental. También se contó con el soporte de 4 estudiantes de servicio social.

Este evento es parte de un trabajo colaborativo entre entidades de la UNAM y del IPN, con el apoyo del Centro Nacional de Metrología (CENAM), que se ha enfocado en la difusión de técnicas modernas de propagación de incertidumbre debido a los cambios recientes en la Guía para la Expresión

de la Incertidumbre de Medida (mejor conocida como GUM). Algunas actividades previas, relacionadas con este esfuerzo, han sido: el *Taller de trazabilidad y redefinición del Sistema Internacional de Unidades*, que se llevó a cabo en febrero de este año en la Facultad de Química; y *México ante la evolución del Sistema Internacional de Unidades (SI) y la Guía de Incertidumbres (GUM)*, organizado el año pasado (en el marco del Día Mundial de la Metrología) por la Escuela Superior de Física y Matemáticas y la ESIQIE del IPN, así como el IIMAS y la Facultad de Química de la UNAM y la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana.

En esta ocasión, el simposio estuvo dirigido principalmente a estudiantes de licenciatura y posgrado de las áreas de ciencias e ingenierías, así como a profesionistas interesados. Como respuesta a esta iniciativa, tuvimos la participación de 81 asistentes a lo largo de los tres días, provenientes de 10 instituciones distintas, incluyendo estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, además de personas que trabajan para la industria y en cuyas actividades está incluido el tema de la metrología.

Durante el evento se abordó una gran variedad de temas relacionados con la metrología, normatividad, acreditación, riesgos y sistemas de calidad, así como con su impacto en algunas aplicaciones en ingeniería y en las ciencias experimentales. Esto se llevó a cabo a través de las exposiciones de 18 ponentes de la UNAM, el IPN, el CENAM, la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y la empresa Nissan.

Por lo que respecta al programa del evento, el primer día se dedicó a los cursos *Estadística y metrología* y *Uso de la incertidumbre en la mejora continua*. El segundo día incluyó una serie de conferencias y el Taller Mejora de los procesos. Para el tercer día se organizaron más conferencias, una sesión de carteles y un panel de discusión en el que estuvieron representados sectores académicos, de acreditación, normativo e industrial. Como uno de los productos del panel de discusión, surgió la propuesta de organizar, de manera regular, otro tipo de eventos académicos tales como seminarios interinstitucionales con el fin de darle continuidad a este esfuerzo de difusión y fortalecimiento de los temas de metrología y propagación de incertidumbre.

Para mayor información en relación al contenido del programa, así como sobre los conferencistas invitados, se puede consultar la página <https://sites.google.com/view/simposio-incertidumbre>.

FE DE ERRATAS

Son errores materiales (según la RAE) que se detectan en un libro o documento que ya está impreso, pueden ser:

- Errores ortográficos
- De puntuación
- Palabras huérfanas
- Errores de impresión, etc.

Estas faltas se presentan principalmente por:

- No tomarse el tiempo necesario para hacer una revisión de lo que se está publicando
- Por descuido, al confundir una tecla con otra
- Cuando el que escribe es una persona extranjera que no conoce a fondo el idioma en el que está redactando
- Al confiarnos de los autocorrectores.

Independientemente de la razón que haya ocasionado la falta, es importante aclararlo para evitar que nuestro texto se interprete de una forma incorrecta.

La fe de erratas únicamente se utiliza para disculparse de pequeñas fallas, no opera cuando los errores afectan la estructura o coherencia del escrito o cuando se quiere reemplazar la información publicada.

La justificación se puede realizar al inicio o al final del texto, indicando

- motivos de la corrección
- ubicación de error
- debe realizarse en orden de aparición
- la aclaración no debe alterar el significado final de nuestra redacción

Es importante que la fe de erratas no se confunda con la fe de errores, la diferencia entre estos términos consiste en que la primera se refiere a pequeños errores involuntarios (de ortografía, puntuación, escritura, etc.) y la segunda hace alusión a la información errónea que aparece en alguna publicación periódica (errores de contenido), la cual se tiene que justificar tanto en la versión digital como en la impresa.

Ejemplos:

-La Batalla de Puebla se llevo a cabo el 5 de mayo de 1862 (se debe justificar con una fe de erratas que por error se omitió el acento en el verbo).

-La Batalla de Puebla se llevó a cabo el 5 de diciembre de 1862 (se debe aclarar con una fe de errores, tanto en la versión digital como la impresa, que la fecha en la que ocurrió el evento es el 5 de mayo y no el 5 de diciembre.)

Referencias

1. <https://es.wikipedia.org/wiki/Errata>
2. <https://mentesalternas.com/2015/09/fe-de-erratas.html>
3. <https://www.webdelprofe.com/en-que-consiste-la-fe-de-erratas/>
4. <http://epikeia.leon.uia.mx/numeros/23/Fe-de-errata.pdf>
5. <http://errataseminentes.blogspot.com/2006/04/dcalogo-para-redactar-una-fe-de.html>
6. <https://definicionyque.es/errata/>
7. <https://www.lifeder.com/fe-de-erratas/>
8. <https://www.yorokobu.es/erratas/>
9. https://elpais.com/elpais/2013/11/08/opinion/1383940231_744533.html

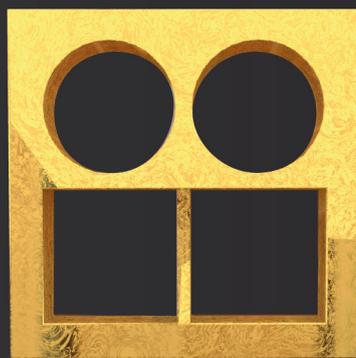
POR MARÍA DE LOS ÁNGELES NEGRETE OROZCO

REDES SOCIALES DEL IIUNAM

-  <https://www.facebook.com/InstitutoIngenieriaUNAM>
-  <https://twitter.com/IIUNAM>
-  <https://www.youtube.com/user/IINGENUNAM>
-  <https://www.linkedin.com/company/instituto-de-ingenier-a-de-la-unam>
-  <https://www.instagram.com/iiunam>
-  <https://plus.google.com/102848256908461141106>



¡Asiste y diviértete con toda la comunidad IIUNAM!



Comida de Fin de Año

IIUNAM 2019

Viernes 6 de diciembre, 2019
14:00 a 19:00 h

Salón Villa Rica del Centro Cultural y Social Veracruzano
Miguel Ángel de Quevedo 687, San Francisco, Ciudad de México

El boleto incluye:

- Una bebida de bienvenida
- Montaje de lujo
- Menú de tres (3) tiempos
- DJ profesional continuo
- Hielo y refrescos
- 10% de propina para meseros

Bebidas alcohólicas no incluidas.
Hay descorche libre para llevar las bebidas que se deseen consumir durante el evento.

Costo
\$535.00

Adquiere tus boletos en Caja con Rocío Matías Ramírez (Edificio 1). Existe la posibilidad de invitar a familiares y amigos. Los boletos se pueden pagar en una sola exhibición o en parcialidades, (con un pago inicial de \$160.00 mxn por boleto).

CONTACTO:

Verónica Benitez - Ext. 8112
vbenitez@iingen.unam.mx

Guillermina Sánchez - Ext. 8120
gsanchezn@iingen.unam.mx

Sonia Briceño - Ext. 8383
sbricenov@iingen.unam.mx

Rosa María Flores - 8653
rfloress@iingen.unam.mx



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM®**