

## Editorial: Recuento 2009

---

Aprendizaje automático en la estimación de la resistencia de los enrocamientos

---

Desafíos actuales de la producción científica mexicana en un contexto global

---

## Entrevista a Jesús Gracia Sánchez

## Breve recuento 2009

En materia económica, este año será recordado como particularmente difícil para México debido a la crisis financiera mundial y a la reducción de la producción petrolera nacional. La situación se ha traducido en menor presupuesto para la mayoría de las dependencias gubernamentales, mayor desempleo y, en general, en contracción económica. A pesar de este entorno desfavorable, la UNAM y un conjunto de universidades públicas lograron revertir la propuesta de reducción a su presupuesto anual y alcanzaron un incremento del orden de 2%. Todas las instancias involucradas en esta larga negociación reconocen el liderazgo del Rector de la UNAM para lograr este trascendente objetivo.

Por su parte, el Instituto de Ingeniería mantuvo con firmeza su vinculación con organismos del gobierno, y empresas paraestatales y privadas durante 2009, lo que es clara muestra de la calidad y compromiso que acompaña nuestro trabajo diario. Es también evidencia de que el II UNAM sigue siendo pieza fundamental para apoyar el desarrollo de la infraestructura nacional. Durante este año, en particular, cabe destacar nuestra participación en grandes proyectos como el Túnel Emisor Oriente, la Línea 12 del metro, el Plan Hídrico Integral del Estado de Tabasco, el Viaducto Bicentenario y el puente El Baluarte, por mencionar sólo algunos. En este sentido, el número de convenios firmados en 2009 es comparable al de años anteriores.

Otro proyecto con el que ganamos notoriedad, de índole diferente a los ya mencionados, fue Pumagua (Programa de manejo, uso y reúso del agua en la UNAM). Este programa, coordinado por el Instituto y financiado hasta el momento por la propia UNAM, tuvo relevancia durante 2009 en los medios de comunicación debido a los problemas de agua por los que atraviesa el país y en particular la Ciudad de México y su área metropolitana. A dos años de su inicio, el proyecto muestra avances claros. Se ha finalizado un diagnóstico general y se han reducido 15 % las fugas en el área de estudio. En diversas dependencias de Ciudad Universitaria, ha avanzado la instalación de micromedidores y la sustitución de sanitarios para menor consumo de agua. Además, se han iniciado los trabajos en un campus diferente al de CU, en la FES Aragón. El proyecto Pumagua, como lo he expresado con anterioridad, hará de la UNAM un modelo de buenas prácticas, base para la preparación de profesionales involucrados en el manejo del agua urbana a nivel nacional.

Como ya es costumbre, personal nuestro y el propio Instituto de Ingeniería obtuvieron durante este año un gran número

de reconocimientos, engrosando la lista que el II UNAM posee. A continuación, menciono algunos de los premios que nos otorgaron, felicito de nuevo calurosamente a todos los galardonados y, de paso, a todo el personal académico, administrativo y becarios del instituto pues estos premios son en buena medida el reflejo de un trabajo colectivo: Premio Nacional de Ciencias y Artes 2009 a la Dra. Blanca E. Jiménez Cisneros; Premio Universidad Nacional 2009 al Dr. Ramón Domínguez Mora; Premio *Star of Energy Efficiency* al proyecto Hipoteca Verde del INFONAVIT donde el Dr. David Morillón fue pieza importante; Premio a la investigación Nabor Carillo Flores al Dr. Mario Ordaz Schroeder; Premio Edison 2009 a la Comisión Federal de Electricidad, y una referencia especial de ésta al Instituto de Ingeniería por su participación en la emergencia de "El Caído"; Premio Nacional de Logística "Galardón Tameme" 2009 al Laboratorio de Transporte y Sistemas Territoriales; Doctorado Honoris Causa de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo al Dr. Daniel Reséndiz Núñez; Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz a la Dra. Rosa María Ramírez Zamora; Premio de la Academia Mexicana de Ciencias al Dr. Iván Moreno Andrade.

Otro punto que deseo resaltar es la creación de la Unidad de Patentes y Transferencia de Tecnología, que comenzó a funcionar en mayo de este año. El objetivo de esta Unidad, adscrita a la Secretaría Académica, ha sido contribuir a proteger la propiedad industrial de las investigaciones realizadas en el Instituto que generan elementos tecnológicos innovadores, con el fin de lograr su transferencia al sector productivo. Esperamos que con esta nueva Unidad avancemos en la tarea de lograr que el II UNAM sea reconocido por sus aportes tecnológicos, además de consolidar el lugar, ya bien ganado, como generador de estudios y soluciones ingenieriles de alto nivel.

Muchas cosas quedan fuera de este pequeño recuento de fin de año. Ya habrá oportunidad de hacerlo más completo en ocasión del segundo Informe de Actividades, en febrero próximo. Por ahora, quiero agradecer ampliamente a todo el personal del Instituto de Ingeniería la labor comprometida que desarrolló en este año difícil. Deseo exhortarlos a seguir con el mismo ánimo y con renovado ímpetu, pues sabemos que 2010 será tanto o más complicado que 2009.

Y para terminar, en este último número del año de la Gaceta II, aprovecho para desearles muy sinceramente unas felices fiestas navideñas en compañía de sus familiares y amigos.

ADALBERTO NOYOLA ROBLES  
DIRECTOR

## UNAM

### Rector

Dr José Narro Robles

### Secretario General

Dr Sergio M Alcocer Martínez de Castro

### Secretario Administrativo

Mtro Juan José Pérez Castañeda

### Secretaría de Desarrollo Institucional

Dra Rosaura Ruiz Gutiérrez

### Secretario de Servicios a la Comunidad

MC Ramiro Jesús Sandoval

### Abogado General

Lic Luis Raúl González Pérez

### Coordinador de la Investigación Científica

Dr Carlos Arámburo de la Hoz

### Director General de Comunicación Social

Enrique Balp Díaz

## INSTITUTO DE INGENIERÍA

### Director

Dr Adalberto Noyola Robles

### Secretario Académico

Dr Ramón Gutiérrez Castrejón

### Secretario de Planeación y Desarrollo Académico

Dr Francisco José Sánchez Sesma

### Subdirector de Estructuras y Geotecnia

Dr Manuel Jesús Mendoza López

### Subdirector de Hidráulica y Ambiental

Mtro Víctor Franco

### Subdirector de Electromecánica

Mtro Alejandro Sánchez Huerta

### Secretario Administrativo

CP Alfredo Gómez Luna Maya

### Secretario Técnico

Arq Aurelio López Espíndola

### Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación

Fis José Manuel Posada de la Concha

## GACETA II

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual éste muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, cursos y talleres que imparte, así como algunas de sus tesis graduadas e información de interés general. Se publica los días 25 de cada mes, con un tiraje de 1500 ejemplares. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04 2005 041412241800 109. Certificados de Licitud de Título y de Contenido en trámite. Instituto de Ingeniería, UNAM, Edificio Fernando Hirriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, México, DF. Tel 5623 3615.

### Editora responsable

Lic María Verónica Benítez Escudero

### Correctora de estilo

L en L Olivia Gómez Mora

### Colaboradores

I Q Margarita Moctezuma Riubí

L H Israel Chávez Reséndiz

### Diseño

Ruth Pérez

### Impresión

Israel García Castro

### Asistente de impresión

Artemio Díaz Díaz

### Distribución

Fidela Rangel

Portada: Árbol de Navidad. II UNAM.

Foto: JMPC

# Premios y distinciones

## Premio Nabor Carrillo

El pasado 13 de noviembre, durante la ceremonia de clausura del XXV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Mario Ordaz Schroeder recibió el Premio Nabor Carrillo Flores a la Investigación.

El Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM) reconoce así su sobresaliente carrera de investigación y sus aportaciones en el avance de la evaluación de riesgos naturales, las cuales han tenido impacto en México y el extranjero.

Expresamos a Mario Ordaz nuestras amplias felicitaciones por ese merecido logro profesional.

¡Enhorabuena!



## Asociación Mexicana de Ingeniería Terrestre

La Asociación Mexicana de Ingeniería Terrestre entregó al ingeniero Santiago Corro Caballero, investigador del II UNAM, un reconocimiento por sus 35 años como socio de honor por designación de la asamblea plenaria constitutiva.

El diploma, la medalla de plata y la escultura de bronce correspondientes a esta distinción fueron entregadas por el ingeniero Víctor Ortiz Ensástegui, presidente de la Asociación, en las instalaciones del Colegio de Ingenieros Civiles de México.

¡Felicidades!



### Medalla Luis Esteva

El doctor Shri Krishna Singh Singh, investigador del Instituto de Geofísica y asesor de nuestro Instituto, recibió la Medalla Luis Esteva de manos del propio doctor Esteva Maraboto, como reconocimiento a sus notables aportaciones al conocimiento de la actividad sísmica en nuestro país y a su empleo en el desarrollo de mapas de peligro sísmico y espectros para diseño, que constituyen la base de normas actuales para diseño sísmico. La entrega fue parte de las actividades realizadas dentro del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, celebrado en la ciudad de Puebla.

La Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica otorga la medalla Luis Esteva a

quienes, con sus investigaciones, han contribuido de forma sobresaliente a fortalecer las bases científicas de la ingeniería sísmica mexicana, o han desarrollado innovaciones tecnológicas que aportan soluciones para la práctica profesional en ese campo. Con este premio se reconoce también a quienes han formado profesionales de alto nivel académico con su destacada actividad docente en México.

El doctor Singh ha mantenido una estrecha e importante relación de colaboración con el II UNAM desde hace muchos años y su visión y entrega han sido fundamentales para la creación y desarrollo de la Coordinación de Inge-



nería Sismológica, así como para la expansión de la Red Acelerográfica que opera la Coordinación de Instrumentación Sísmica de nuestro Instituto.

## Profesores visitantes

### Visita del rector de la Universidad de Santiago de Chile

El doctor Juan Manuel Zolezzi Cid, rector de la Universidad de Santiago de Chile, visitó la UNAM el 17 y 18 de noviembre. Durante su visita, Zolezzi Cid se entrevistó con Adalberto Noyola Robles, director del Instituto de

Ingeniería; Alejandro Sánchez Huerta, subdirector de Electromecánica, y Rafael Almanza, Gerardo Hiriart y Felipe Muñoz, investigadores de este Instituto, para explorar áreas de colaboración académica, científica y cultural entre

la UNAM y la Universidad de Santiago de Chile.

Esperamos que este primer acercamiento encauce favorablemente la realización de trabajos conjuntos con la Universidad chilena.



Juan Manuel Zolezzi Cid, Alejandro Sánchez y Rafael Almanza

### Desafíos actuales de la producción científica mexicana en un contexto global

Así se denominó el Coloquio organizado para buscar formas de potenciar la producción científica mexicana y, en particular, explorar estrategias que funcionen óptimamente en la UNAM, porque la máxima casa de estudios es punta de lanza de la producción científica mexicana.

A él, se invitó a representantes de todas las facultades e institutos de la Universidad, en consideración a que el tema de la sociedad de información es de interés de cualquier persona, pero en especial de las vinculadas a la UNAM.

Durante el Coloquio hubo tres mesas de diálogo en las que participaron



quince ponentes. La primera de ellas fue sobre estrategias nacionales, la segunda trató de la producción científica mexicana y la tercera, sobre las estrategias que se exploran directamente desde la UNAM.

El siguiente paso será organizar talleres para que estas mismas personas y otras participen en construir la sociedad del conocimiento de una manera efectiva y se generalice la posibilidad de acceder a mayor digitalización. La premisa central del Coloquio fue que mayor acceso a la información redundará en mayor producción científica, fin clave para la UNAM.

Este primer evento fue organizado por iniciativa del secretario general de la UNAM, doctor Sergio Alcocer Martínez de Castro, con el propósito de formar una red de ciencia que fortifique el liderazgo de la UNAM en México.

Durante la clausura del Coloquio el doctor José Narro Robles, rector de la UNAM, expresó:

*Es un gusto compartir este espacio con todos ustedes. Voy a tomar unos minutos para plantear las siguientes noticias y avisos que me parecen importantes.*

*Después de reconocer la participación de nuestros visitantes y colegas a este coloquio, afirmó que la UNAM es una gran universidad, es una universidad extraordinaria. Muchos son los argumentos para asegurarlo, desde la tradición, los hechos, los resultados, los productos.*

*Quiero informar que hemos ganado una gran batalla a favor de la educación por*

*apoyar al conjunto de universidades públicas y esto es una buena noticia.*

*En cuanto a los avisos. En primer lugar creo que es el momento de plantearnos metas, objetivos. Hay que eliminar las autoprophecías destructivas que se van cumpliendo. En el medio académico de la producción científica hay que decidarnos a ya no tener más actitudes negativas.*

*Y me refiero a que cuando nos proponemos algo es seguro que lo alcancemos, este es el caso de las publicaciones. Nos propusimos identificarlas en los índices y en tan solo unos meses hemos logrado duplicar el número de revistas que estaban indizadas. Ahora es el momento de incrementar nuestra producción científica, tenemos varios miles de académicos de gran prestigio y calidad.*

*Hay que proponernos metas y ver hacia adelante, quiero convocar a nuestros colegas para que tomemos la decisión de ser mejores y sé que podemos ser mejores. Esta Universidad tiene gente que trabaja con convicción, con gran calidad.*

*Tomemos la decisión, pongámosla en práctica y mantengámonos articulados. La ciencia mexicana en décadas anteriores repercutió en Latinoamérica y en otros países.*

*Tenemos la posibilidad de abrir una nueva etapa para lograr nuevos y fructíferos desarrollos.*

*Si asumimos este compromiso y lo ejecutamos vamos a hacerle a nuestra universidad y al país un enorme servicio. 🇲🇽*

## Campos difusos en la Real Academia de Ingeniería de España

La Academia de Ingeniería de España se creó por decreto real, el 29 de abril de 1994, como corporación de derecho público, con personalidad jurídica propia regida por Estatutos y por un Reglamento de Régimen Interior. Más tarde, el 14 de julio de 2003, el Rey Juan Carlos I le concedió el título de Real Academia de Ingeniería (RAIE).

La Academia ha desarrollado sus actividades en diversas sedes de instituciones solidarias. Finalmente el 7 de junio de 2005, el Ministerio de Educación y Ciencia cedió a la RAIE la porción pública del Palacio del Marqués de Villafranca, en el número 10 de la calle de Don Pedro, en el Madrid “de los Austrias”, para sede de la corporación.

En palabras del rey de España, la RAIE se ha orientado, a “aconsejar y orientar con la mayor competencia al Estado y a la sociedad en materias tecnológicas” y se ha enfocado en promover la calidad y competencia de la ingeniería española, fomentando el estudio, la investigación y el progreso de las ciencias en las que ésta se apoya.

Celebrando sesiones sobre temas pertinentes, la RAIE se ha constituido



como una entidad activa en la prospección y análisis de la evolución científica y tecnológica. La Academia emite informes y dictámenes para los organismos del Estado cuando éstos se lo solicitan o bien por iniciativa propia, cuando el interés público lo aconseja. Sus propuestas han sido de gran relevancia y han abarcado principalmente los siguientes temas: energía, medio ambiente, infraestructura, transporte, informática y telecomunicaciones.

En junio de 2003, el doctor Francisco José Sánchez-Sesma, investigador del la Coordinación de Ingeniería Sismológica del II UNAM, ingresó a la Academia de Ingeniería de España como Académico Correspondiente, el primero de Latinoamérica. Recientemente la RAIE ha aprobado el ingreso del doctor Baltasar Mena Iniesta, también investigador de este Instituto. En esa ocasión, por lo apretado de la agenda, la ceremonia de ingreso no incluyó la tradicional conferencia magistral con la que los nuevos académicos inician su participación en la organización. Si bien en estos seis años Sánchez Sesma ha dado otras conferencias en España.

Finalmente, el 7 de julio de este año Francisco José Sánchez-Sesma dictó en la Sede de la Academia su conferencia magistral sobre *Campos difusos en ingeniería sísmica y sismología: Teoría y aplicaciones*, donde describió resultados recientes de sus investigaciones en este tema.

En la ocasión, el Presidente de la RAIE, Anibal R Figueiras Vidal, le dio la bienvenida, junto con el Vicepresidente,

Pere Brunet Crosa, y la presentación estuvo a cargo de Enrique Alarcón Álvarez, ex Presidente de la RAIE.



El tema expuesto alude a que recientemente se ha descubierto que las fluctuaciones de la respuesta dinámica de un sistema pueden servir para sintetizar ondas deterministas generadas por una fuente concentrada. Precisamente la correlación cruzada de las fluctuaciones observadas en el campo acústico entre dos puntos permite establecer el tiempo de viaje de las ondas entre esos puntos. Esto abre las puertas al uso de fuentes virtuales.

En muchas aplicaciones la extracción de la respuesta de un sistema a partir del ruido es robusta aun cuando las fuentes de ruido son limitadas y con distribución irregular. Esto se debe, al parecer, a la estabilidad de la propagación de ondas. Estos resultados, que son de gran interés en ingeniería y sismología, tienen su origen en investigaciones fundamentales de acústica y mecánica de sólidos. Ello pone de manifiesto la importancia de un desarrollo científico sólido para desarrollar una tecnología exitosa.

La idea del Universo en el siglo XIX era un ejemplo de orden. Tan era así que Pierre-Simon Laplace postuló que el futuro sería previsible si se conociesen en un momento dado las posiciones y velocidades de todas las partículas. Unas pocas leyes permitían explicar el mundo. Pero en el siglo XX, Werner Heisenberg alteró el sueño determinista con su principio de incertidumbre. No se conocerían posiciones solamente probabilidades. Henri Poincaré, en

una visionaria anticipación de la teoría del caos, demostró que aun las más pequeñas variaciones en las condiciones iniciales pueden hacer que los sistemas evolucionen de manera impredecible. Se ha especulado que el simple vuelo de una mariposa podría influir en la dinámica atmosférica.

A partir del artículo seminal de Albert Einstein en 1905 sobre el movimiento browniano se ha establecido que la respuesta determinista de un sistema está relacionada con las fluctuaciones térmicas, y esto se ha generalizado a una gran variedad de problemas. Los campos generados por fuentes alea-

torias en la tierra pueden ser usados para visualizar y monitorear sistemas que incluyen desde el subsuelo hasta estructuras como edificios, presas y puentes. El azar no está opuesto al determinismo, es ya una nueva vía de acceso a la respuesta determinista del mundo físico. 

## Seminario de materiales peligrosos y administración de emergencias químicas

Del 10 al 12 de noviembre se impartió el *Seminario de materiales peligrosos y administración de emergencias químicas*, en el auditorio de la Torre de Ingeniería de la UNAM.

Durante la clausura del Seminario, el doctor Adalberto Noyola, director del IIUNAM felicitó a los participantes no sólo por estos tres días de intenso trabajo, también porque las presentaciones fueron muy interesantes y amenas, por lo que el seminario cumplió al cien por ciento con sus expectativas. Por su parte, la doctora Iturbe agradeció profundamente a Victoria Navarrete, Guadalupe Urquiza, Roberto Briones y Jéssica López Olvera, por la organización y el entusiasmo mostrado durante el evento.

Este seminario fue muy interesante. Los temas expuestos estuvieron a cargo de personas altamente capacitadas, como podemos apreciar en los siguientes cuadros.

Finalmente, considerando que muchos de nosotros vivimos gran parte de nuestro tiempo en Ciudad Universitaria, presentamos a continuación la ponencia de la doctora María Elena Llerena del Rosario del Centro de Atención de Emergencias, quien presentó el *Plan de Respuesta de Emergencia en la UNAM* y quien nos proporcionó varios consejos para tener una cultura



Martes 10 de noviembre	
Funciones y atribuciones de la PROFEPA en materia de emergencias ambientales	Ing Gerardo Juárez Chávez, PROFEPA
Las emergencias químicas en el marco del Sistema Nacional de Protección Civil	Ing José Luis Flores Gómez, Protección Civil/SEGOB
El sector salud ante las emergencias químicas	Mtro José Alberto Rosales Castillo, COFEPRIS/SS
Marco regulatorio en el manejo de sustancias peligrosas	STPS
Marco normativo para el transporte terrestre de materiales peligrosos	Lic. Irma Flores Herrera, SCT
Marco legal de las actividades altamente riesgosas	Ing Javier Ramos Rodríguez, SEMARNAT
Plan de respuesta a emergencias de la UNAM	Dra Ma Elena Llerena del Rosario, Centro de Atención a Emergencias, UNAM Julio A Velázquez Rodríguez, Protección Civil UNAM

de autoprotección, en especial en el campus universitario.

Todas las personas debemos cuidar nuestra seguridad, porque si bien es cierto que hoy día contamos con tecnología de punta también es verdad que esa tecnología solo retarda la ocurrencia del siniestro, mientras que si tenemos una actitud de prevención en nuestra vida disminuye en gran medida nuestra exposición a los riesgos –afirmó Maria Elena Llarena-.

Ciudad Universitaria es de alguna forma un reflejo de nuestro país, que muestra sus problemas. Por ello, CU cuenta con servicios de prevención como el de atención de emergencias, aunque desafortunadamente no todos conozcan estas medidas de protección.

La UNAM cuenta con:

- unidad de respuesta inmediata
- especialistas en sustancias químico-peligrosas
- grupo multidisciplinario
- grupo de binomios caninos
- brigada de voluntarios
- puestos de radio comunicación
- vigilancia continua
- servicios médicos
- bomberos
- enlace externo

Este programa interno de protección civil comprende un análisis de riesgo multifactorial de situaciones que pueden generar riesgos. Nuestra universidad es el único centro educativo que cuenta con cuerpo de bomberos altamente calificados, quienes diagnostican y detectan situaciones de riesgo, manejan fauna nociva, cuidan la reserva ecológica de CU, además de apagar incendios.

El grupo de protección civil imparte cursos y reparte folletos que indi-

Miércoles 11 de noviembre	
Las emergencias químicas en México	Ing Raúl Cantón y Lara, Presidente de la Organización de Consultores en Protección Civil, A C
Características de los materiales peligrosos	Ing Carlos Valdez Pastelín, DuPont México
Toxicología y riesgos de las sustancias químicas	Dr Alberto Sansón Rivera, Fábrica de jabón <i>La Corona</i>
Identificación y comunicación de riesgos de los materiales peligrosos	Ing Enrique Ortiz Espinosa, PROFEPA
Protección personal para el manejo de materiales	TSI José de Jesús Martínez, IAARSAC
Protección respiratoria	
Equipos de detección y monitoreo para la atención de emergencias	Dr José Antonio Llano Díaz, DRÄGER SAFETY
Hoja de seguridad	Ing. Enrique Ortiz Espinosa, PROFEPA

Jueves 12 de noviembre	
Guía de respuesta en caso de emergencia (GRECE) y Fuentes de información sobre sustancias químicas	Comandante Héctor Elorriaga Mejía
Armas químicas	Ing Jesús Peregrino, Profesor ESQUIE IPN
Artefactos explosivos	Subinspector Arturo León López, Grupo GOPES Policía Federal
Emergencias biológicas	Dra Martha Torres; Dr José Luis Sandoval Gutiérrez, INER
Emergencias radiológicas	Ing Emmanuel Priego Cuevas, CONSASENUSA
Zonificación y descontaminación	TUM Iván Gloria Casillas, Desarrollo en Protección Civil, SA de CV
Sistema de comando de incidentes	Martín Razynskas, Instituto Internacional de Administración de Riesgos, SA de CV.

can cual debe ser la actitud ante un siniestro, porque la gente nunca está preparada para los siniestros, ya que éstos siempre llegan por sorpresa.

El primer paso es no exponerse, crear dentro de nosotros una cultura de auto protección. Debemos hacer mentalmente ejercicios de atención es decir,

hacer retratos hablado de gente que pase a nuestro alrededor sólo para acostumbrarnos a fijarnos en la fisonomía y en el vestir de los que nos rodean. A diario debemos realizar estos ejercicios que nos permitan proteger nuestra vida. Otra medida importante es identificar las señales de seguridad, las salidas de emergencia, en cualquier



lugar donde estemos. Por supuesto no debemos dejar la *lap top* a la vista, ni portar cosas de valor, y es útil tener a la mano los teléfonos de emergencia. En CU están colocados una serie de postes amarillos, donde se puede marcar el 55 e inmediatamente una persona te responde, también están los teléfonos de emergencia: 56160914, el 56224400 y el 56226470. Es importante que cuando los marques conozcas el lugar donde te encuentras, así como los rasgos, la fisonomía y el modo de

vestir de la persona que te está molestando.

La UNAM cuenta con un sistema de análisis de incidencia de ilícitos y esto ayuda a tomar decisiones estratégicas para evitar ilícitos.

Antes del año 2000 la UNAM no contaba con las comisiones de protección civil que hoy día están instaladas en cada una de sus dependencias. Existe la idea de que estas acciones de pro-

tección se descentralicen y se cuenta con las herramientas pero hay que saberlas operar.

A diferencia de otros países México no ha sufrido guerras continuas y, tal vez por eso, muy pocos tenemos la cultura de protección civil; sin embargo eso está cambiando y una muestra de ello es la UNAM -concluyó-.

Tu participación es la seguridad de todos UNAMonos. 🧑🏻‍🦺

## 2º Simposio Internacional: Aplicaciones del análisis de riesgo y confiabilidad en la planeación y diseño de ingeniería

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) fue sede del 2º *Simposio Internacional: Aplicaciones del análisis de riesgo y confiabilidad en la planeación y diseño de ingeniería*, del 9 al 11 de noviembre.

El objetivo del Simposio fue explorar y discutir conceptos y herramientas disponibles para practicar análisis de riesgo y confiabilidad, con el fin de apoyar la toma de decisiones en ingeniería y realizar aplicaciones en la planeación,

diseño, inspección, mantenimiento y operación de instalaciones de ingeniería e infraestructura.

Por el Instituto de Ingeniería de la UNAM participaron los doctores Luis Esteva Maraboto y Eduardo Reinoso Angulo, quienes presentaron respectivamente las conferencias: *Desarrollos recientes en la estimación de la confiabilidad sísmica de sistemas estructurales complejos* y *Escenarios de riesgos naturales para México y Latinoamérica, su importancia para la planeación*

y *toma de decisiones*. El doctor Ernesto Heredia Zavoni intervino por parte del Instituto Mexicano del Petróleo.

También asistieron destacados especialistas en esta área adscritos a importantes centros de estudio: la Universidad Kensai en Japón, el Tecnológico de Georgia, la Universidad Lehigh, la Universidad de California en Berkeley e Irvine en EUA, el Instituto Tecnológico Federal de Suiza, la Universidad Aalborg en Dinamarca y la de Shanghai en China. 🧑🏻‍🦺

### De la responsabilidad ambiental a la sustentabilidad

El 27 de octubre se llevó a cabo la Mesa redonda *De la responsabilidad ambiental a la sustentabilidad*, en el Salón de seminarios Emilio Rosenblueth, del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Esta mesa redonda tuvo como propósito principal sensibilizar a la comunidad del Instituto de Ingeniería para incrementar el entendimiento de la sustentabilidad como concepto integrador dentro y fuera de la institución y enriquecer la relevancia y trascendencia de los esfuerzos y acciones relacionados con la responsabilidad ambiental. Como resultado se espera la formación de un grupo cada vez más amplio que sume esfuerzos en torno a la responsabilidad ambiental.

Durante este evento, el doctor Adalberto Noyola, director del II UNAM, dijo que uno de los grandes retos que la sociedad enfrenta para garantizar su subsistencia y viabilidad es lograr la sustentabilidad. Este amplio concepto implica equilibrios entre el desarrollo económico, las relaciones sociales y el uso eficiente de los recursos que brinda el planeta. Esos equilibrios sólo podrán alcanzarse mediante decisiones políticas que se basen en una concienciación profunda de todos los actores sociales que conduzcan a un cambio de paradigma en la forma de percibir el entorno.

El principal medio para difundir las ideas de sustentabilidad es la educación formal e informal, no sólo en términos de conceptos y contenidos, sino a través del desarrollo de actitudes y valores que impulsen y motiven a las personas y comunidades a modificar sus formas de vida y organización. La Universidad tiene una función importante como espacio donde confluyen diversas formas de pensar, lugares donde se genera conocimiento, y procesos permanentes de interacción entre los actores. La Universidad puede,



y debe, constituirse como promotor permanente de la cultura de la sustentabilidad, no sólo en las aulas, en el abordaje directo del tema, sino en su funcionamiento cotidiano, más directamente en la forma en que se desempeñan sus funciones y se organizan las actividades del *campus*.

Construir un Instituto sustentable y más aún generar una Universidad bajo ese concepto requiere tanto de la aceptación como de la participación de la comunidad, con la conciencia clara de que se trata de un proceso en el que el concepto mismo deberá corregirse con base en las acciones y los resultados.

A 56 años de su fundación, el IINGEN se plantea reflexionar sobre el papel que juega en la sociedad y se propone buscar formas de cumplir con la responsabilidad que tiene de responder a un entrono complejo y cambiante. Las fortalezas, los recursos humanos con los que cuenta y su vocación de servicio me dan confianza en que tendremos respuestas originales al gran desafío de la sustentabilidad –concluyó el doctor Noyola–.

En la Mesa Redonda participaron como ponentes: la coordinadora del Progra-

ma Universitario del Medio Ambiente, Mireya Imaz Gispert, quien abordó el tema *El camino a la sustentabilidad*; Augusto Sánchez Cifuentes de Proyectos Especiales de la Facultad Ingeniería, quien habló sobre la *Responsabilidad en el uso de la energía eléctrica, ahorro y uso eficiente*; Fernando González Villarreal, investigador del Instituto, quien presentó *Manejo responsable de los recursos hídricos, evaluación y control de consumos*; José Luis Gutiérrez Padilla de la Unidad de Desarrollo y Gestión de Proyectos del PUMA tocó el tema *Compras responsables, ahorro en adquisiciones y uso eficiente de materiales*; Tila María Pérez Ortiz, directora del Instituto de Biología, hizo una propuesta de *Mejora de áreas verdes y vegetación ahorradora de agua* y, por último, María Teresita del Niño Jesús Maldonado, subdirectora de CECADESU, resaltó la importancia de *Manejo responsable de residuos sólidos y su importancia en la vida diaria*.

Correspondió al doctor Francisco José Sánchez Sesma, investigador del IIUNAM, hacer el balance de la mesa redonda y fungir como moderador durante la misma. Así mismo, agradeció a Francisco Sañudo el apoyo en la organización de esta mesa. 📌



# Jesús Gracia Sánchez

EL BUEN INGENIERO ES ÚTIL, ES CAPAZ DE RESOLVER PROBLEMAS EN BENEFICIO DE LA SOCIEDAD, A PESAR DE CONTAR CON POCOS RECURSOS. ENFRENTA MUCHOS OBSTÁCULOS Y SALE ADELANTE USANDO EL INGENIO

POR VERÓNICA BENÍTEZ



*Nunca dudé que quería ser ingeniero. Cuando era niño y visitaba a mis abuelos en el pueblo donde vivían, me gustaba construir cosas, jugar con tierra y ver como sembraba mi abuelo –recuerda Jesús Gracia Sánchez, investigador del II UNAM–.*

*Mi primer contacto con la UNAM lo tuve al ingresar a la preparatoria 1 (en San Ildefonso), lugar que marcó mi visión de la vida. Posteriormente estudié la carrera de ingeniería civil, la maestría y el doctorado, también en la UNAM, y siendo pasante, ingresé al Instituto de Ingeniería como ayudante de investigador.*

*En aquel entonces tomaba clase de inglés en el CELE y tenía como compañero a Moisés Berezowsky, quien me comentó que había oportunidad de entrar al II UNAM. Ingresé al área de Hidráulica, y mi principal formación se la debo al ingeniero José Luis Sánchez Bribiesca con quien trabajé más de 25 años.*

*Trabajar con el Profesor Sánchez fue un privilegio, pues era muy versátil y abarcaba una gama muy amplia de temas dentro de las ingenierías. Lo primero que estudié con él fue riego y drenaje agrícola, luego la erosión de suelos y más adelante los problemas de sedimentación en embalses.*

Abordé los dos primeros temas con mucho interés, pues me conectaban con las cosas que viví de chico con mi abuelo. Estos temas estuvieron ligados a mis tesis de licenciatura, maestría y doctorado.

Después trabajé sobre otros temas, donde destacan los de obras hidráulicas e hidráulica fluvial; de hecho, en los últimos siete años me he dedicado en estos temas a los modelos hidráulicos físicos y ha sido un campo con trabajo continuo, ya que en la última década ha habido varias inundaciones y fallas de puentes en diferentes estados, por ejemplo en Tabasco y Chiapas, donde las repercusiones han sido importantes, y han originado la necesidad de investigar soluciones para el diseño de las estructuras hidráulicas en los ríos, a fin de controlar las inundaciones.

Uno de los problemas más importantes que enfrenta el país, es la pérdida de suelo en las cuencas, que inhabilita a las presas por la sedimentación en los embalses. Esto ocasiona pérdida de capacidad de almacenamiento, lo que significa que se reduce la disponibilidad de agua para generar energía eléctrica, riego y agua potable.

La sedimentación disminuye el volumen de una presa, pues ésta ya no puede almacenar la misma cantidad de agua. Este problema es difícil de resolver, porque sacar esos sedimentos no es fácil y es muy costoso, tanto que en ocasiones es mejor construir otra presa que desazolvar la que ya tenemos. A nosotros nos corresponde hacer estudios para desazolvar las presas a los menores costos posibles,

manteniendo el cuidado ecológico, ya que estos sedimentos tienen muchos años, además hay que colocarlos en el lugar indicado para que los expertos en ingeniería ambiental hagan el tratamiento correspondiente.

En ocasiones los sedimentos son muy buenos para las parcelas, pero siempre existe el problema de dragarlos, transportarlos y depositarlos, y eso es costoso, por eso no es una labor fácil y menos barata.

También debemos considerar que las presas constantemente están recibiendo material erosionado, que proviene muchas veces de zonas agrícolas. En ocasiones cuando ya no hay suelo útil esto acarrea otros problemas, pues al no ser posible sembrar, los campesinos emigran a las ciudades. Es por esto que no nos debe asombrar ver gente vendiendo “chicles” en las esquinas; sin duda, éste es uno de los motivos por los que existe una migración muy alta hacia los centros urbanos.

Al perder ese suelo, prácticamente estamos perdiendo el suelo nacional (aunque suene cursi, esto es literal), estamos perdiendo el suelo útil y esto hace que la producción de cultivos sea muy baja, pues ya no se pueden almacenar ni agua ni nutrientes. La paradoja proviene de que este suelo útil que se pierde en las cuencas, es el sedimento inútil que daña los embalses.

Los problemas mencionados son solo una muestra de los trabajos que desarrollamos en el Instituto de Ingeniería. En





términos generales, puedo decir que la sección de hidráulica intenta mantenerse en constante conexión con los problemas de la práctica. Afortunadamente, no tenemos problema en cuanto a la relación con la iniciativa privada o las instituciones gubernamentales. Aquí hago hincapié en el hecho de que al participar en alguna(as) de las etapas que llevan a la construcción de una obra, entiéndase: planeación, diseño, revisión, construcción u operación, experimento una gratificación especial cuando sé que una obra en la que participé sirve bien y es útil. Considero que uno de los principales valores del II UNAM, es el “clima de trabajo” que permite la elección de enfoques en el trabajo de investigación.

Yo creo que en el Instituto de Ingeniería, un buen ingeniero es aquél que es útil, capaz de resolver problemas en beneficio de la sociedad, y que a pesar de contar con pocos recursos y de tener que enfrentar muchos obstáculos, puede ofrecer soluciones reales.

Queremos preparar gente que solucione problemas de ingeniería, pero primero hay que detectar cuales son esos problemas, qué clase de ingenieros necesitamos, dónde se podrían emplear, y esto no es sólo para los ingenieros, México debería de saber qué clase de técnicos necesita para formar a los jóvenes en esas áreas.

En cuanto a mi vida personal tengo 34 años de casado y dos hijos, uno que estudió y se graduó en Comunicaciones, y luego en Administración de Empresas Hoteleras, y una hija que es Licenciada en Derecho, ya casada.

En mi familia de origen no hubo ingenieros, mi padre fue abogado y murió hace muchos años. Él se caracterizó por ser un hombre de corazón noble, cuyos principios morales marcaron mi formación como ser humano. Mi madre falleció el año pasado y considero que fue una influencia muy importante para mí, pues debido a su extracción totalmente rural yo aprendí de ella el apego a la tierra, a nuestras tradiciones, y el respeto a los más desprotegidos, ya que recorrí a lo largo de mi infancia y juventud, las poblaciones que nos llevaban a su lugar de origen y conviví con sus costumbres y carencias.

A nosotros los investigadores-profesores, nos corresponde hacer una buena transmisión del conocimiento tanto en las aulas como en el trabajo de investigación. Está en nuestras manos motivar a la gente joven, transmitiendo nuestras experiencias y la importancia, de que en un país como el nuestro, primero hay que buscar ser útiles antes que tener prestigio. Es práctico recordar que, muchas veces, lo perfecto es enemigo de lo útil. ☒

# Aprendizaje automático en la estimación de la resistencia de los enrocamientos

POR M P ROMO Y S R GARCÍA

Las gravas y enrocamientos constituyen materiales de gran interés en la construcción de presas con cara de concreto o núcleo impermeable y de grandes pedraplenes para carreteras. La evolución en este campo de la mecánica de suelos ha dependido de la observación y evaluación de los sistemas de construcción y, en menor medida, de los progresos en las teorías y pruebas de laboratorio. La condicionante económica ha limitado los avances en los procedimientos de ensaye y las investigaciones se dirigen principalmente a minimizar la incertidumbre en los criterios de interpretación de los comportamientos, y la elaboración de comentarios y recomendaciones prácticas.

La investigación de las propiedades mecánicas de enrocamientos y gravas acusa un desarrollo semejante al de las obras construidas con dichos materiales. A partir de los estudios experimentales desarrollados en la Universidad de Harvard en 1944, los avances en el conocimiento del comportamiento de los materiales granulares han sido promovidos principalmente por la construcción de grandes presas. A pesar de que estas investigaciones han tenido un impacto significativo en la comprensión de la respuesta de los materiales granulares, existen pocos estudios donde se ofrezcan representaciones numéricas de las características físicas de los enrocamientos compactados, los esfuerzos efectivos de confinamiento y sus correspondientes resistencias.

En esta investigación se utilizó la minería de datos, en particular el aprendizaje automático AA con árboles de regresión, para extraer estructuras de comportamiento y criterios de interpretación de respuestas (resistencia) y su asociación con los datos que describen las condiciones que llevan a dichas respuestas (estado de esfuerzos y características físicas).

El punto de partida del AA es la hipótesis de que lo observado puede ser “explicado”, o ha sido generado, por algunas fuentes latentes (variables ocultas) comúnmente de baja dimensión. Estas variables ocultas se infieren a partir de datos que se insertan en un modelo de generación automática donde el conocimiento previo (experiencia) acerca de lo que se considera significativo en las relaciones multivariantes puede ser incorporado como una distribución *a priori* de la variable latente. Aplicar AA al estudio del comportamiento de materiales granulares se traduce como “usar el sentido común”, estrategia simple donde no se requieren sistemas informáticos complejos y no hay necesidad de imponer condiciones matemáticas a la realidad de los materiales y su entorno.

## ÁRBOLES DE REGRESIÓN PARA ESTIMAR LA RESISTENCIA DE LOS ENROCAMIENTOS

Para definir la variación de la resistencia al cortante de los materiales discontinuos, la mayoría de las leyes de variación

del esfuerzo cortante en función del esfuerzo normal son del tipo  $\tau = \alpha \sigma_n^\beta$ , expresión que no permite relacionar a los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  con las características físicas de los materiales. Aplicando AA a la base de datos elaborada por Alberro y Gaziev<sup>1</sup>, se encontró que las características físicas que dirigen el comportamiento del esfuerzo efectivo principal mayor  $\sigma_1'$  y el ángulo de fricción a la falla  $\phi'$  de los enrocamientos son la densidad relativa  $D_r$ , el coeficiente de uniformidad  $C_u$ , el tamaño máximo de partícula  $d_{max}$ , la resistencia de sus partículas  $P_a$  y los esfuerzos confinantes aplicados  $\sigma_3'$ .

La fig 1 muestra el árbol de regresión  $\{\sigma_3', D_r, P_a, C_u, d_{max}\} \Rightarrow (\sigma_1')$ . Este árbol se construyó con 133 de los 183 ejemplos incluidos en la base de datos. Los 50 casos separados son usados para la etapa de prueba y ajustes del modelo. El nodo director es  $\sigma_3'$  y los valores de  $\sigma_1'$  en las hojas finales se calculan con modelos lineales MLI. Para usar el árbol debe contestarse la pregunta ¿Qué valor tiene el atributo  $\sigma_3'$  en el ejemplo por clasificar? Las ramas que salen del nodo director corresponden a los posibles valores del atributo. El árbol clasifica al ejemplo filtrándolo de manera descendente hasta encontrar una hoja que corresponde a la clase (o valor numérico) buscada.

La fig 2 muestra la variación de la resistencia al corte con los esfuerzos normales para varios tipos de enrocamientos

to ensayados bajo diferentes niveles de esfuerzo de confinamiento. Las estimaciones con el árbol de regresión, en prueba y operación, son bastante cercanas a las variaciones medidas en laboratorio en todos los niveles de  $\sigma_3'$ .

La fig 2a ilustra el comportamiento de los enrocamientos sometidos a esfuerzos normales efectivos bajos; el árbol reproduce la no-linealidad de las envolventes de falla y logra distinguir las diferencias entre enrocamientos resistentes y débiles. Las figs 2b y 2c exponen el comportamiento de los enrocamientos a niveles de esfuerzo más altos usando los datos de Marsal<sup>2</sup> y Marachi *et al.*<sup>3</sup> apartados para probar el modelo de AA.

Observe que el árbol de regresión describe, bajo esfuerzos normales efectivos elevados, envolventes de falla que se aproximan a la linealidad, lo que coincide con los hallazgos de otras investigaciones experimentales.

Por otro lado, el modelo  $\{\sigma_3', D_r, P_a, C_u, d_{max}\} \Rightarrow (\phi')$  (fig 3) tiene una complejidad mayor que la del árbol para  $\sigma_1'$ . Esta complejidad, no del problema sino de la estructuración, permite un mejor “aprendizaje” sobre la relación entre las variables. La fig 4 presenta una comparación entre los valores del ángulo de fricción a la falla medido y estimado con AA.

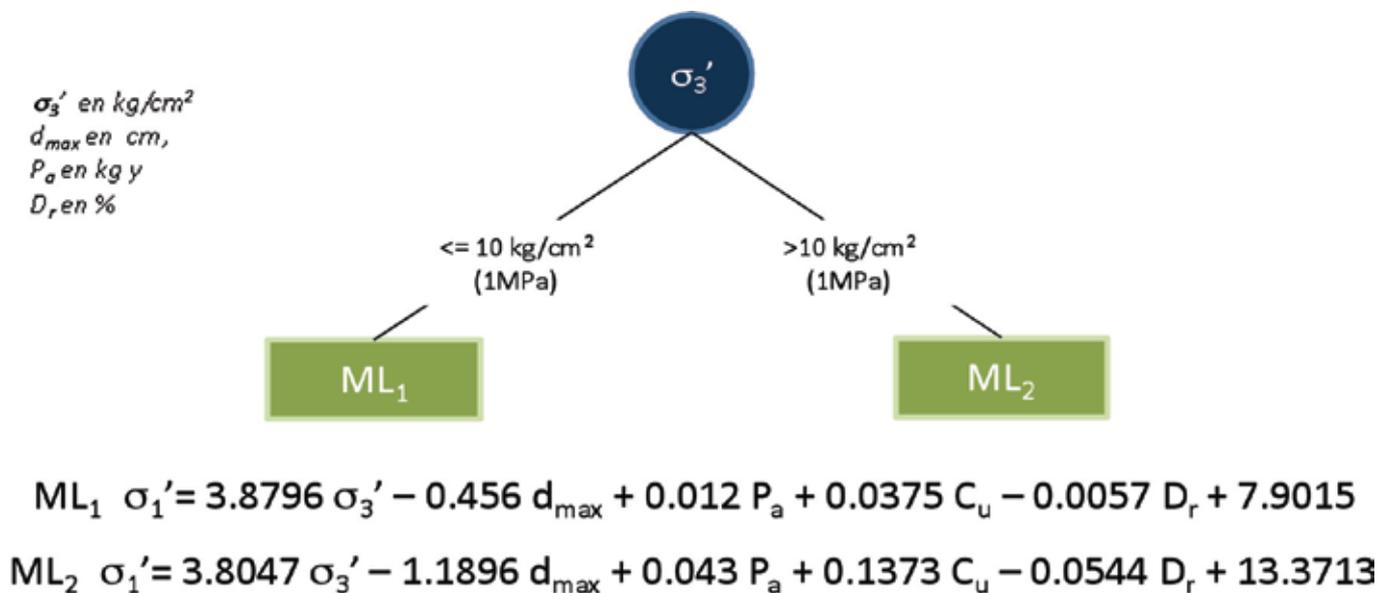


Fig 1. Árbol de regresión para estimar el esfuerzo principal a la falla

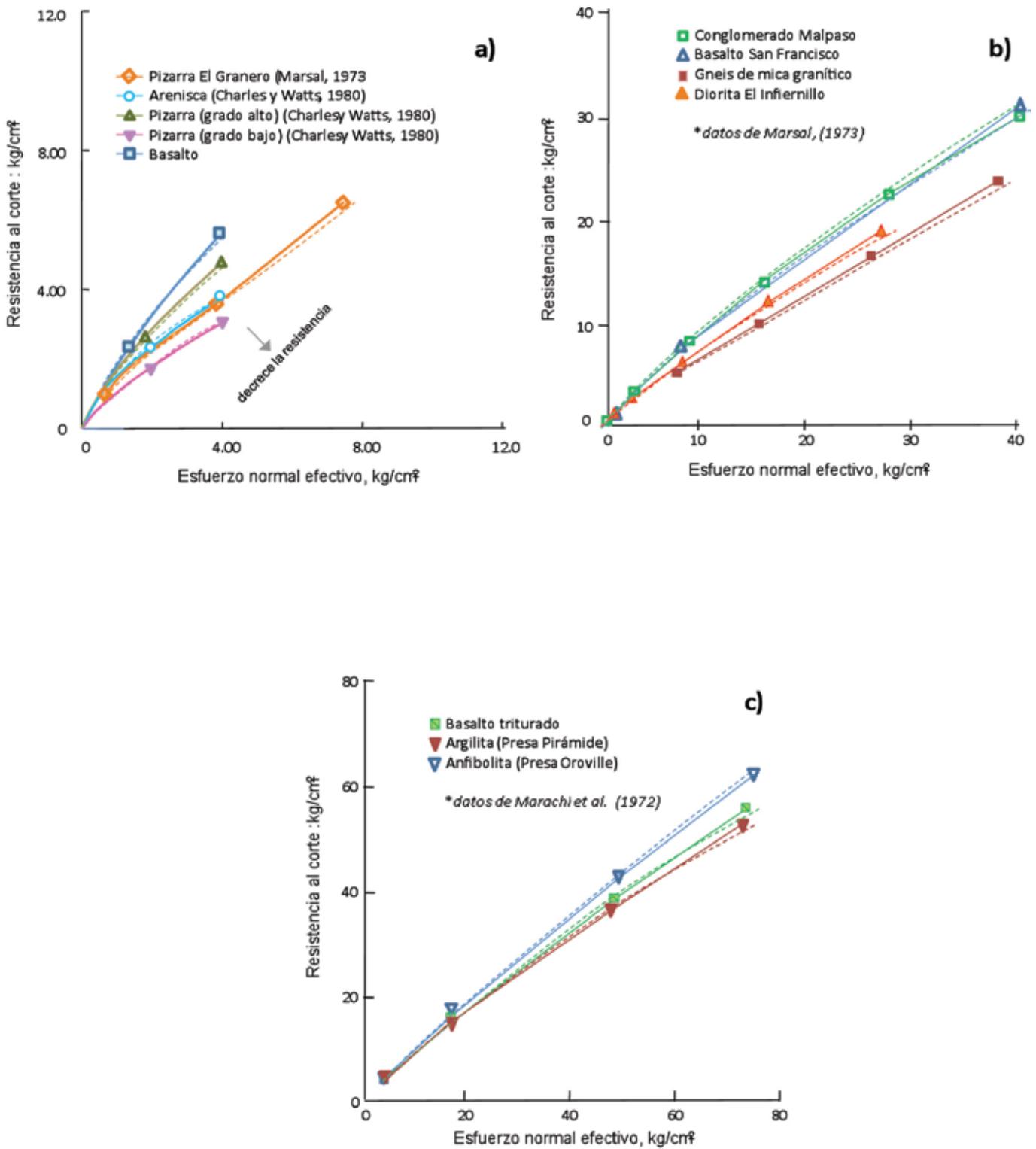


Fig 2. Variación de la resistencia al corte con los esfuerzos normales para varios tipos de enrocamiento: a) intervalo de esfuerzo bajo a medio, b) intervalo de esfuerzo medio a alto y c) intervalo de esfuerzo alto a muy alto (Línea llena: Medido, línea punteada: Estimado)



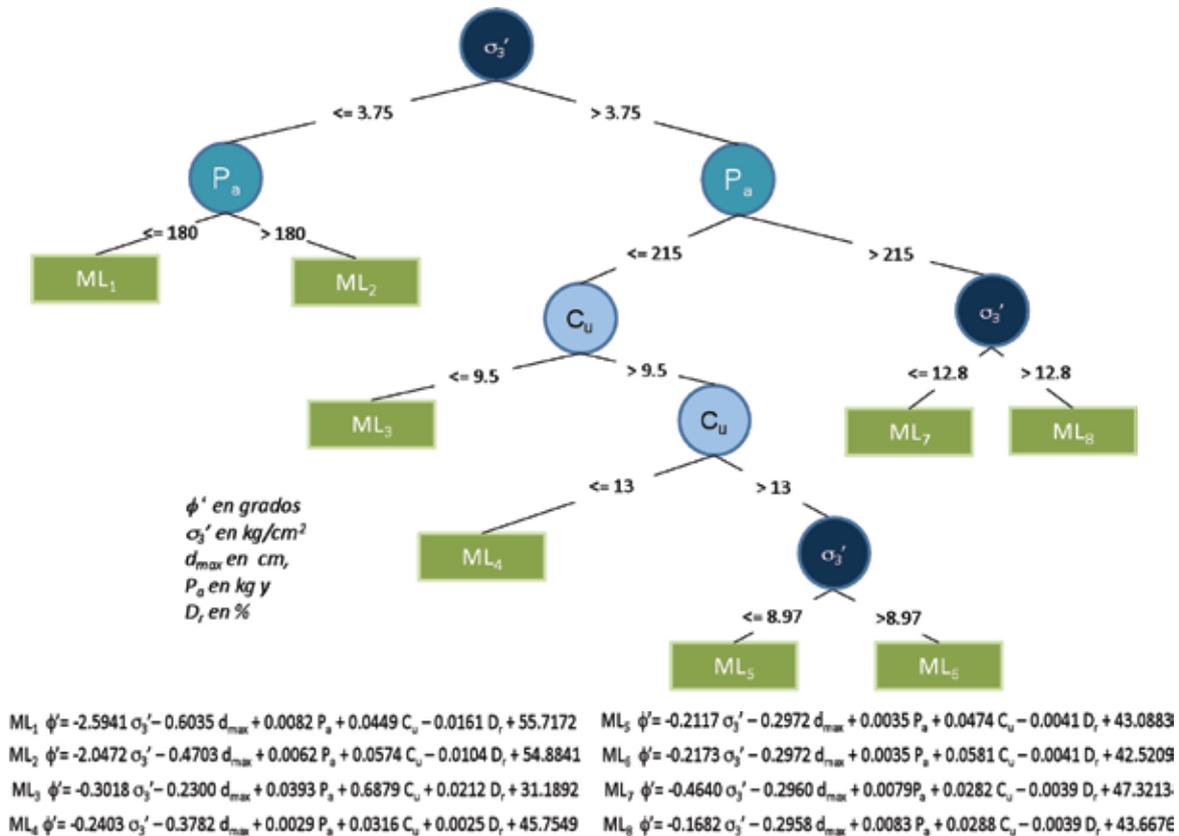


Fig 3. Árbol de regresión para estimar el ángulo de fricción a la falla

El árbol de regresión expone la importancia de los parámetros  $P_a$  y  $C_u$  y soporta numéricamente las conclusiones enunciadas por otros autores sobre la relación de  $\phi'$  con el tamaño y resistencia de las partículas. El análisis de los nodos y ramas del árbol para el ángulo de fricción permite distinguir que la distribución de los tamaños de partícula es el factor que representa una disyunción (distintos comportamientos) y no el diámetro máximo de partícula ni la densidad relativa. El factor más importante sobre la resistencia de los enrocamientos es el nivel de  $\sigma_3'$ , después la calidad y resistencia individual de las partículas y, posteriormente, la distribución de tamaños de partículas en el enrocamiento.

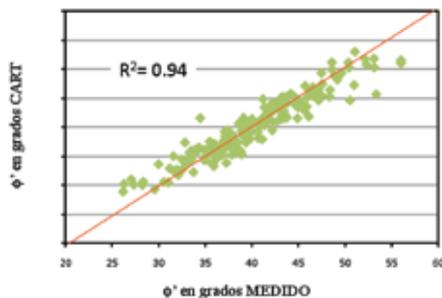


Fig 4. Estimaciones AA para el ángulo de fricción a la falla, casos de entrenamiento y prueba

Estos árboles de regresión se presentan como un ambiente de cálculo donde puede ser estimada y estudiada la resistencia al corte de los enrocamientos (esfuerzo efectivo principal mayor  $\sigma_1$  y ángulo de fricción a la falla  $\phi'$  a través de las condiciones físicas del material. Los árboles de regresión son una metodología “transparente” y objetiva con la cual se pueden planear y tomar decisiones en las etapas de diseño y análisis de estructuras térrreas.

El impacto de estos estudios en el diseño de estructuras compuestas por enrocamientos es de gran relevancia, ya que permite estimar la resistencia de los materiales a partir de sus características físicas, lo cual significa un avance trascendental en la ingeniería de presas. 🏗️

1. Alberro, J, y Gaziev, E (2000), Resistencia y compresibilidad de los enrocamientos, informe interno, II UNAM, México
2. Marsal, R (1973) Mechanical properties of rockfill; en Embankment dam engineering, Casagrande Volume (eds R C Hirschfel y S J Poulos) John Wiley & Sons, Nueva York, 109-200
3. Marachi, N, Chan, C, y Seed, H (1972), Evaluation of properties of rock materials. J Soil Mech Fdns Div ASCE, 98, SM1, 95-114.

## XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica

Otra hecho importante dentro del *XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica* fue el nombramiento de la nueva mesa de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, que quedó integrada de la siguiente manera

Los nombramientos se hicieron el 13 de noviembre, durante la Asamblea General de SMIS, y el cambio de mesa se realizará a finales de enero de 2010.

A todos ellos ¡felicidades!

<b>Presidente:</b> Jorge Aguirre González	(Instituto de Ingeniería, UNAM)
<b>Vicepresidente:</b> José Luis Rangel Núñez	(UAM)
<b>Secretario:</b> Hugo Oswaldo Ferrer Toledo	(UPAEP)
<b>Tesorero:</b> David Almora Mata	(Instituto de Ingeniería, UNAM)
<b>Vocal:</b> Tomás A. Sánchez Pérez	(CENAPRED)
<b>Vocal:</b> Andrés Gama García	(UAM, UAG)
<b>Vocal:</b> Araceli Aguilar Mora	(BUAP)
<b>Vocal:</b> Ricardo Vázquez Rosas	(Becario, Instituto de Ingeniería, UNAM)

## Reconocimiento a la mejor tesis doctoral para Edén Bojorquez Mora, exbecario del Instituto de Ingeniería

En el VI Concurso Nacional de Tesis de Doctorado organizado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS) resultó ganador Edén Bojorquez Mora, quien fue becario de este Instituto y ahora es profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa. El doctor Bojórquez desarrolló en el II UNAM la tesis *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios usando conceptos de energía*, con la dirección de Sonia Elda Ruiz Gómez, investigadora de la Coordinación de Mecánica Aplicada. El reconocimiento fue entregado por Leonardo Alcántara Nolasco, presidente de la SMIS, y coordinador de Instrumentación Sísmica del Instituto.

Esta tesis doctoral propone dos criterios para el diseño sísmico de estructuras que consideran la confiabilidad estructural y la acumulación del daño por deformaciones plásticas. En ella, se evidencia que la energía histerética y el índice de acumulación lineal del daño pueden ser parámetros adecuados para garantizar un diseño sísmico satisfactorio de las estructuras. El primer criterio utiliza espectros de ductilidad y de energía histerética normalizada (respecto a la resistencia y desplazamiento de fluencia) con tasa anual de falla uniforme (TAFU), mientras que el segundo criterio emplea espectros de índice de acumulación lineal del daño con TAFU. Los criterios se utilizan



Leonardo Alcántara Nolasco, Edén Bojorquez Mora y Sonia Ruiz Gómez

para diseñar una estructura de acero, que muestra en ambos casos un desempeño sísmico satisfactorio. Finalmente, se hacen ver los requerimientos necesarios para que el profesional de la ingeniería pueda utilizar dichos criterios; además, se hacen ver los requerimientos y la viabilidad de obtenerlos para contar, en futuras normas de diseño sísmico, con métodos que tomen en cuenta de manera explícita las demandas de deformación plástica acumulada. 🏗️

## Primer Concurso Nacional de Edificios de Palitos de madera en Mesa Vibradora

En la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, dentro del marco del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica el 9 y 10 de noviembre, se creó el Primer Concurso Nacional de Edificios de palitos de madera.

El concurso, primero de éste tipo en nuestro país, se organizó por iniciativa de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, a través de su coordinación de Capítulos Estudiantiles y su objetivo principal fue promover la participación de los estudiantes en actividades relacionadas con la ingeniería sísmica.

Este concurso, además de promover el estudio de la ingeniería sísmica y la participación de alumnos y docentes de varias universidades, es una magnífica oportunidad para que los estudiantes muestren sus conocimientos sobre el diseño estructural y enfrenten los problemas que se presentan en el diseño estructural de los edificios.

El concurso fue dirigido a estudiantes de las carreras de ingeniería civil y arquitectura, y participaron en él 38 equipos de catorce universidades, públicas y privadas del país.

Cada uno de los equipos tuvo que presentar el análisis, diseño y construcción de un edificio de tres niveles utilizando exclusivamente palitos de madera unidos con pegamento blanco. Las características geométricas en planta y elevación fueron asignadas por el comité organizador, mientras que la estructuración, análisis y diseño fueron a criterio de cada equipo concursante. La evaluación de cada edificio concursante se efectuó considerando aspectos como: el peso, estructuración, estética y resistencia a cargas laterales. Para este último punto se efectuó una prueba de carga “dinámica” en mesa vibradora que simuló un movimiento en la base del edificio.

La premiación tuvo lugar el 13 de noviembre, en la cena de gala del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, y el jurado fue conformado por ingenieros y arquitectos reconocidos en el ámbito de la investigación, docencia y práctica profesional.

Los premios fueron otorgados gracias a la gestión del Comité Organizador y al apoyo de varios patrocinadores, entre los que destacan el Instituto de Ingeniería (UNAM), Fundación ICA, Evaluación de Riesgos Naturales, GC Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, Sociedad de Ingeniería Sísmica y Estructuras del Estado de Puebla, A C, Gobierno del Estado de Puebla y el Buró de Convenciones de Puebla.

Este tipo de concursos formará parte de las actividades de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica para integrar a los estudiantes a la práctica ingenieril, y reconocer su valiosa participación, en el complejo tema de la mitigación del riesgo por sismos.

<b>1er lugar:</b>	<b>Equipo 13</b>
<b>Institución</b>	Facultad de Ingeniería. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
<b>Integrantes</b>	Marcos Alfredo León P Emmanuel García Mota Gonzalo Morales Ramírez
<b>Premios</b>	Reconocimientos y tres computadoras mini, inscripción al XVII CNIS y membresía de la SMIS por dos años, para cada uno de los estudiantes
<b>Asesor</b>	Guillermo Muñoz Cordero Premio para el asesor del programa de cómputo ECOGCW y una dotación de publicaciones de la SMIS

<b>2do lugar</b>	<b>Equipo 9</b>
<b>Institución</b>	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
<b>Integrantes</b>	Ricardo Gabriel Castellanos Negrete Carlos Tlalpa Capilla Jemmy Flores Muñoz
<b>Premios</b>	Tres ipod touch de 8GB
<b>Asesor</b>	Gerardo de Jesús López Arciga Premio para el asesor programa de cómputo MAPGC:W y DDCGCW, una dotación de publicaciones de la SMIS

<b>3er lugar</b>	<b>Equipo 4</b>
<b>Institución</b>	Centro Universitario de Ixtlahuaca, A,C
<b>Integrantes</b>	Rodolfo Medina Hernández Hugo Colín Díaz Eduardo Camacho López
<b>Premios</b>	Tres ipod touch de 2 GB
<b>Asesor</b>	María Goretti Colín Espinoza Premio para el asesor programa de cómputo MAPGC.W Y una dotación de publicaciones de la SMIS

<b>Premio Mérito a la estructuración más novedosa</b>	
<b>Institución</b>	Universidad Autónoma del Estado de México
<b>Integrantes</b>	Misael Miranda Zarco Sergio Alfredo Miranda Medina Gustavo Mendoza Chávez
<b>Premios</b>	Dotación de publicaciones de la SMIS
<b>Asesor</b>	M en I Raúl Vera Noguez
<b>Premio</b>	Reconocimiento para el asesor

El pasado 17 de noviembre, Ana Lilia Piña Salazar obtuvo el título de química, con la tesis *Remoción de Cu (II) presente en agua, aplicando escorias de cobre*, dirigida por la doctora Rosa María Ramírez Zamora, investigadora de la Coordinación de Ingeniería Ambiental del II UNAM.

El objetivo de este trabajo fue evaluar en laboratorio la factibilidad técnica de remover  $\text{Cu}^{2+}$  presente en agua residual sintética, a un límite máximo permisible de 6 mg/L para descarga en aguas y bienes nacionales (NOM-001-SEMARNAT-1996), aplicando escorias de cobre generadas en un complejo metalúrgico localizado en el norte de México.

La metodología consistió en dos etapas experimentales, la primera fue el muestreo y la caracterización de las escorias de cobre para evaluar su potencial teórico de utilización para remover Cu (II) presente en agua. Para la caracterización se emplearon las técnicas de fluorescencia de rayos X (FRX), difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (MEB), adsorción física de nitrógeno (BET) y espectroscopía atómica de emisión con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-AES). La segunda etapa consistió en realizar las pruebas de remoción en laboratorio para evaluar a las escorias como adsorbentes, a partir de un diseño experimental factorial general  $2^k$ . Los factores de influencia por evaluar fueron: tamaño de partícula de la escoria (0.075 y 2.0 mm), pH del medio (3 y 5), tiempo de contacto (1 y 8 h) y dosis de escoria (1 y 10 g/L). Para cuantificar el cobre presente en las disoluciones, se empleó un método espectrofotométrico, consistente en la formación de un complejo azul entre el cobre (II) y la cuprizona.

A partir de los resultados de caracterización, se determinó que se cuenta con una escoria que presenta varias fases mineralógicas, entre ellas la montmorilonita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ), que pudiera contribuir al proceso de adsorción; aunque su morfología no es porosa y cuenta

con un área superficial baja comparada con materiales adsorbentes comerciales. También se pudo determinar que no es clasificada la escoria como un residuo peligroso, de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005, en cuanto a contenido de metales tóxicos lixiviables.

En las pruebas de remoción de cobre, se determinó que el comportamiento de la respuesta, capacidad de adsorción, fue muy variable de acuerdo con las diferentes condiciones de los cuatro factores empleados; sin embargo en ninguno de los casos se obtuvo una remoción mayor del 30%. Con base en los resultados de estas pruebas, se determinó que las mejores condiciones encontradas para este proceso fueron: pH 3, tamaño de partícula de 2 mm, dosis de 1 g/L, con un tiempo de contacto de 8 h, para una capacidad de adsorción de 10.74 mg/g.

Comparando este valor con el de materiales semejantes, se determinó que la escoria de cobre empleada en este estudio presentó capacidades de adsorción intermedias.

Por último, se concluyó que, bajo las condiciones experimentales evaluadas, el proceso de remoción de cobre con las escorias de cobre aplicadas no presentó una factibilidad técnica aceptable debido a que estos materiales no permitieron reducir la concentración inicial de 50 mg de cobre/L al límite permisible de 6 mg/L establecido por la NOM-001-SEMARNAT-1996 para descarga en cuerpos naturales. Sin embargo, la capacidad de adsorción de las escorias de cobre, comparada con otros materiales, es aceptable. Por ello, se recomienda realizar nuevos estudios en los que se amplíe el intervalo de los parámetros investigados. También pueden realizarse estudios con otros iones metálicos que sean clasificados como tóxicos, ya que el comportamiento de cada sistema es diferente. Se recomienda, además, aplicar a la salida del tratamiento con escorias otro proceso complementario para alcanzar la concentración final de cobre deseada en el efluente. Lo anterior permitiría disminuir los costos de tratamiento.

El 17 de noviembre, Xóchitl Soto Villanueva se tituló de ingeniera química con el trabajo *Espesamiento de seis tipos de lodos generados por coagulación-floculación del agua cruda de una planta potabilizadora* dirigido por la doctora Rosa María Ramírez Zamora.

Actualmente, el coagulante más utilizado en el proceso de clarificación en las plantas potabilizadoras es el sulfato de aluminio, el cual genera grandes cantidades de lodo con propiedades bajas de deshidratación, lo cual influye de manera significativa en los costos de transporte y almace-

namiento (hasta en una tercera parte de los costos totales de una planta potabilizadora). Esto puede ser amortiguado mediante un proceso de espesamiento, removiendo una parte del agua remanente en los residuos y reduciendo así el volumen de líquido de lodo que será manejado.

Este estudio seleccionó, con base en pruebas de laboratorio, las seis mejores combinaciones de coagulante-floculante, de las cuales se obtienen distintos volúmenes de lodo, cada uno de ellos con distintas características de espesamiento y deshidratación. El objetivo del trabajo de tesis fue determinar cuál de estas combinaciones genera el mejor tipo de lodo y de espesante respectivamente, para su manejo y aplicación en una planta potabilizadora.

La metodología experimental del trabajo se dividió en cuatro etapas principales: 1) Selección de los reactivos químicos para ser empleados en las pruebas de espesamiento de lodos; 2) Realización de pruebas para la generación del volumen de lodos necesario para las pruebas de espesamiento de los seis lodos por evaluar; 3) Realización de pruebas de espesamiento de los seis lodos y 4) Carac-

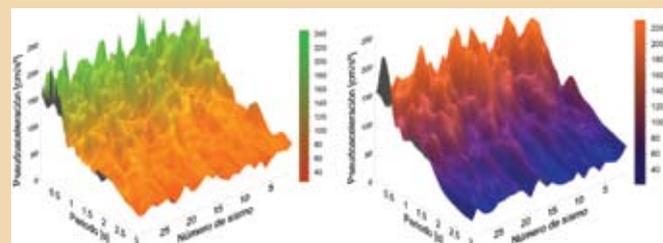
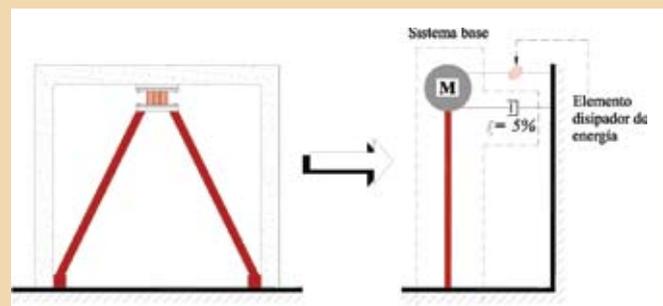
terización de los lodos antes y después del espesamiento (determinación de humedad (H), sólidos totales (ST) y Resistencia Específica a la Filtración (REF)). Los lodos utilizados en este trabajo se produjeron a partir del agua cruda de la PPLB, aplicando por separado seis combinaciones de coagulante/floculante: 1) clorhidrato-Al-poliDADMAC/poliamina; 2) policloruro de aluminio/copolímero de acrilamida-ácido acrílico; 3) clorhidróxido-Al-poliDADMAC/PoliDADMAC; 4) Polihidróxi-cloruro de aluminio/poliamina; 5)  $Al_2(SO_4)_3$  libre de Fe /PoliDADMAC y 6)  $Al_2(SO_4)_3$  estándar/poliamina.

Se concluyó que los lodos que presentaron menor valor de REF (lo cual indica mayor facilidad de espesamiento) fueron los generados a partir de la combinación coagulante-floculante-espesante formada por el clorhidrato de aluminio poliDADMAC/poliamina/copolimero de acrilamida-cloruro de metilo (55 % de carga catiónica) con una dosis de espesante de 0.3 kg de polielectrolito espesante por tonelada de lodo (base seca). La aplicación de estos resultados permitirá obtener un ahorro económico y de área de disposición muy importante, en comparación con los lodos generados por sulfato de aluminio.

Tomás Castillo Cruz recibió el grado de maestro en ingeniería, con mención honorífica, el 16 de octubre de 2009. Su tesis *Amortiguamiento equivalente en sistemas estructurales desplantados sobre terreno duro e intermedio* fue dirigida por Sonia Elda Ruiz Gómez, investigadora de la Coordinación de Mecánica Aplicada.

La tesis presenta una expresión para encontrar el porcentaje de amortiguamiento crítico viscoso equivalente al que proporciona un sistema con disipadores histeréticos. El criterio se basa en la relación entre las ordenadas espectrales con tasa anual de falla uniforme para sistemas con disipadores histeréticos y las correspondientes a sistemas con disipadores viscosos, para un periodo de retorno de 125 años.

Se analizan estructuras desplantadas en dos tipos de terreno: duro e intermedio. Para cada tipo de terreno se encuentran y se verifican los parámetros de la expresión propuesta. Se comparan los valores medios de espectros de respuesta correspondientes a sistemas con disipadores histeréticos con los correspondientes a sistemas convencionales con amortiguamiento equivalente.

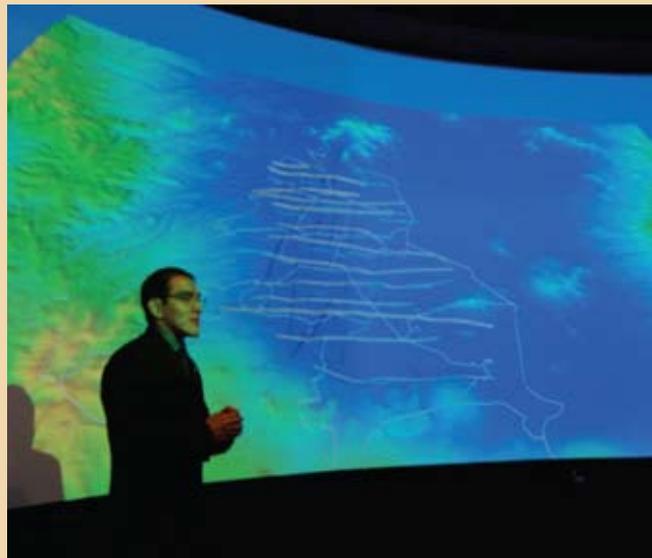


a) Sistemas con disipadores histeréticos  
b) Sistemas con amortiguamiento equivalente

Para obtener el título de ingeniero geofísico, Orlado Fabela Rodríguez defendió la tesis *Modelado tridimensional de las estructuras geológicas de la cuenca de México y su influencia en la propagación de ondas sísmicas usando el método de las diferencias finita*, el pasado 14 de octubre en el observatorio de visualización Ixtli de la UNAM.

El objetivo principal del trabajo fue obtener un modelo de velocidad de propagación de ondas sísmicas empleando información litológica y estructural de la zona. Para desarrollar el proyecto, se utilizaron veinte secciones geológicas del ingeniero Federico Mooser, información de levantamientos sísmicos de PEMEX e información gravimétrica. Dirigido por el doctor Jorge Aguirre González, Orlando desarrolló un algoritmo para imponer apropiadamente los desplazamientos de las fallas geológicas del modelo y lo montó en software especializado para inmersiones virtuales. El trabajo desarrollado durante dos años por Orlando obtuvo una mención especial y, no menos importante, la alegría de todos los asistentes a su exposición. Además de ser una herramienta didáctica, el modelo se creó para

ser empleado en la simulación numérica de propagación de ondas sísmicas. La simulación del movimiento sísmico permite disminuir el riesgo sísmico al que estamos expuestos todos los habitantes de la ciudad de México.

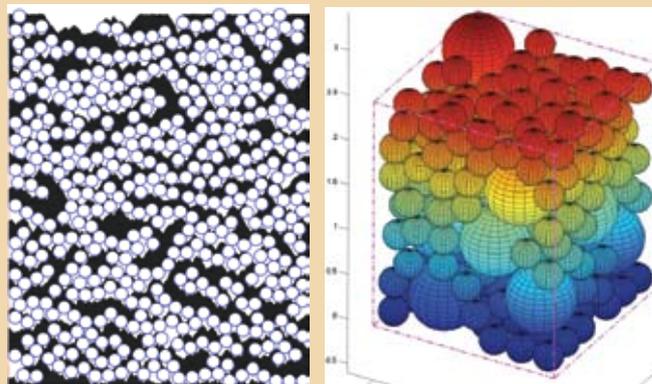


Jesús Sánchez Guzmán, becario de geotecnia, obtuvo el 27 de agosto pasado el grado de maestro en ingeniería, con mención honorífica. Su tesis se titula *Contribución al estudio de la segregación de los medios granulares* y fue dirigida por Gabriel Auvinet, investigador de la Coordinación de Geotecnia.

Los materiales granulares se encuentran presentes en un sin número de procesos productivos, fenómenos de interés científico o técnico y, en particular, de la geotecnia. La segregación es la separación de los constituyentes de la mezcla en grupos de partículas con características similares. El tamaño, forma, densidad y rugosidad de la superficie de las partículas son considerados como las principales propiedades del material que causan la segregación. Por otra parte, el manejo del material también tiene una influencia importante sobre el fenómeno.

Este estudio presenta la segregación inherente que surge en la formación de medios granulares. Utiliza un modelo numérico desarrollado en el Instituto de Ingeniería para la simulación geométrica de la estructura granular. Las partículas se idealizaron con círculos (modelo 2 D) y esferas (modelo 3 D). Se simulan materiales estrictamente uniformes, bimodales (dos tamaños) y de granulometría

continua. Tanto para la simulación como para el estudio de las estructuras granulares se hace amplio uso de la teoría de probabilidad. Se definen dos variables para medir la segregación, que permiten apreciar el efecto de las variables granulométricas. En estructuras uniformes se observa la presencia de una estructuración espontánea. En las bimodales y continuas, la segregación depende principalmente de la relación entre el diámetro máximo y mínimo de las partículas. Se señalan distintas implicaciones prácticas que la segregación puede tener en los problemas de la geotecnia y otras disciplinas.



Estudio de la segregación en medios bi- y tridimensionales



*La escritura [efectiva] no es producto de la magia, sino de la perseverancia.* Richard North Patterson<sup>1</sup>

## MÁS SOBRE SIGNOS DE PUNTUACIÓN

Los guiones, paréntesis, corchetes, llaves, comillas y notas a pie de página (—, (), [], {}, " ", \*,<sup>1</sup>) son para incluir información útil, que respalda o aclara lo escrito pero que implica cierta digresión del hilo principal del texto, y que, a veces, podríamos escoger no leerla.

La función de intercalar elementos incidentales o aclaratorios es común a todos, por lo que escoger cuál de ellos usar depende del contexto y de la relación de lo insertado con el texto principal.<sup>2</sup>

### Paréntesis ( )

- Para incluir fechas, países, nombres, referencias, y citas de figuras y tablas:

*Varios códigos de diseño (AISC, 2005; NTC Metálicas, 2004) consideran...*

*Con pérdidas de adherencia y adherencia perfecta (figs 1.1 y 1.2) algunos códigos señalan...*

*...una articulada (Fabbrocino et al, 1999), y la otra empotrada (Fabbrocino et al, 2000).*

- Para frases con sentido explicativo independiente:

*Con este último experimento (espero que entiendan su sentido) completaremos los resultados.*

- Para aclarar abreviaturas y siglas:

*La OMS (Organización Mundial de la Salud) es un organismo internacional.*

- Para encerrar traducciones

*Amicus est tamquam alter idem (un amigo es un segundo yo).*

### Corchetes [ ]

- Para acotar una palabra, una cifra o una frase en el interior de un texto que ya está entre paréntesis:

*Fue incluido en la legislación (reglamentos, directivas [1957-1986] y decisiones).*

- Para fórmulas algebraicas o cuando queremos conservar ciertos paréntesis interiores:

$[(a + b) (a - b) c - b] / (a + b + c).$

*...[véase el Reglamento (CEE) nº 3600/85]...*



- En las transcripciones, se usan los corchetes para indicar fragmentos omitidos o adicionados.

*Se hace ca[mino] al andar.*

*La escritura no es producto de la magia [por supuesto], sino de la perseverancia.*

*Volverán las oscuras golondrinas [...], pero aquellas [...] no volverán.*

### Guiones — —

- Para señalar la intervención de los interlocutores y las acotaciones del autor.

*Hay que actuar honestamente —expresó el candidato— para recuperar la confianza de la gente.*

### Comillas “ ”

- Para citar lo dicho o escrito por alguien.

*Santiago Creel inventó el “sospechosismo”.*

- Para indicar una intención especial. Sin embargo, es incorrecto usarlas innecesariamente o con demasiada frecuencia.

*¿Qué persona “culto” dijo influencia en lugar de influencia?*

*Los primeros vagones son sólo para “damas”, niños y personas de la tercera edad (anuncio real en el Metro). ✘*

Les deseo un 2010 muy afortunado — con salud, alegría, éxitos, satisfacciones, amistad y amor— a todos.



**Olivia Gómez Mora** ([ogmo@pumas.iingen.unam.mx](mailto:ogmo@pumas.iingen.unam.mx))

<sup>1</sup>Nació en Berkeley (California, EUA), e hizo una brillante carrera como abogado hasta que en 1993 la abandonó para dedicarse a escribir. Ganó en 1980 el *Edgar Allan Poe Award*, en la categoría de Primera mejor novela de misterio.

<sup>2</sup>En ocasiones, también un par de comas es adecuado para encerrar una explicación incidental.

# Concierto de Navidad

## ORQUESTA SINFÓNICA DE MINERÍA

Director: José Arcán

Coro Convivium Musicum  
Victor Luna, *director*  
Coro ProMúsica  
Samuel Pascoe, *director*  
Coro de la Facultad  
de Ingeniería de la UNAM  
Óscar Herrera, *director*  
Grupo Coral Ensamble Cáritas  
Carlos Vázquez, *director*  
Samuel Pascoe  
*Coordinador de coros*



**Domingo**  
**13 diciembre 2009**  
**18:00 hrs.**  
**Palacio de Minería**

[www.sinfonicademineria.org](http://www.sinfonicademineria.org)

Giovanni Gabrieli  
Fanfarrias de entrada

Leroy Anderson  
A Christmas Festival

Tradicional  
Arr. Gerardo Meza  
El niño del tambor

Miguel Bernal Jiménez  
Alegres pastorillos

Arr. Gerardo Meza  
Popurrí de villancicos  
tradicionales

Bernardo San Cristóbal  
Miguel Prado  
La Navidad Guadalupeña

Piotr Ilyich Tchaikovski  
Suite de "El cascanueces"  
Obertura miniatura  
Danza Rusa  
Vals de las Flores

Adolphe Adam  
Cantique de Noël  
Victor Luna, *tenor*

Villancico tradicional inglés  
¿Qué niño es éste?

John Francis Wade  
Adeste Fideles

Leroy Anderson  
Sleigh ride

Tradicional Alemán  
O Tannenbaum

Franz Xaver Gruber  
Noche de Paz

Georg Friedrich Händel  
El alehuya

Precio \$200.00 Venta de boletos: 5521-8878 5658 6705



Consejo Nacional  
para la  
Cultura y las Artes



## DEFENSORÍA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS



Emergencias al 55-28-74-81

Lunes a Viernes  
9:00-14:00 y 17:00-19:00 hrs.  
Edificio "D", nivel rampa frente a *Universum*  
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria  
Estacionamiento 4

**Académicos**  
**y**  
**Estudiantes:**  
**La Defensoría**  
**hace valer sus derechos**

Teléfonos: 5622-62-20 al 22

[ddu@servidor.unam-mx](mailto:ddu@servidor.unam-mx)

Fax: 5606-50-70



Visite la página del Instituto de Ingeniería:

<http://www.ii.unam.mx>

Envíe sus comentarios a: [gaceta@pumas.ii.unam.mx](mailto:gaceta@pumas.ii.unam.mx)