



El Instituto de Ingeniería coordinó la presencia de la UNAM en el *IV Foro Mundial del Agua*

## Editorial

El Instituto de Ingeniería coordinó la presencia de la UNAM en el *IV Foro Mundial del Agua*, celebrado del 16 al 22 de marzo en la ciudad de México, promovido por el Consejo Mundial del Agua (CMA). Treinta dependencias universitarias: institutos, centros de investigación y facultades que trabajan con el tema del agua fueron convocadas

## Índice

• Editorial	1	• Programa cultural	10
• Distinción	3	• Participación del personal del IIUNAM en actividades académicas	13
• Impacto de proyectos	3	• 7 <sup>th</sup> Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems	16
• Programa Académico del 50 aniversario del IIUNAM	7		

a participar en este importante acontecimiento, que tuvo lugar en el Centro Banamex.

Es interesante que, en el grupo de trabajo sobre *La gobernabilidad hidráulica, del análisis a la acción*, coordinado por el doctor Fernando González Villarreal, se definió el concepto de gobernabilidad de la siguiente manera: la capacidad de cada país para dirigir o conducir el cambio en las tendencias o inercias de las condiciones y procesos políticos, económicos, sociales y ambientales, hacia metas acordadas con amplios sectores de la sociedad, en función de criterios decisivos fundados en normas objetivas destinadas a promover el desarrollo nacional (eficiencia), el bienestar general (equidad) y la sustentabilidad (ambiente).

Dentro de la sesión *Desalación de Agua de Mar y Salobre*, coordinada por el Ministerio de Agua y Electricidad de Arabia Saudita, se presentaron los alcances y avances del proyecto universitario IMPULSA «Desalación de Agua de Mar con Energías Renovables» que coordina el Instituto de Ingeniería. La ponencia destacó por el enfoque innovador de incorporar a las energías renovables (eólica, solar y del mar) en sustitución del tradicional uso de la combustión de fósiles.

En el mismo Centro, la *Expo Mundial del Agua* tuvo una Feria, visitada durante seis días por más de diez mil personas, donde se montó una exhibición con diversos recursos expográficos y comunicativos presentando trabajos que se realizan en la UNAM y los aspectos académicos, de investigación, divulgación y cultura que han contribuido sustancialmente a resolver problemas del agua en México.

Dentro de estos recursos, destacó un disco compacto bilingüe (español-inglés) que presenta la labor de cada dependencia, una selección fotográfica y bibliografía especializada y un video de casi seis minutos, cuya trama recorre desde la época prehispánica hasta nuestros días, expresando los valores universales del agua y la Universidad, así como el tratamiento de estos temas a diferentes escalas, es decir desde la nanotecnología y microbiología, pasando por los ecosistemas y la atmósfera, hasta el cosmos. Importante fue el énfasis en las obras hidráulicas y en las tecnologías de tratamiento y reuso del agua. Además, se expusieron un modelo hidráulico, fotografías de gran

formato, mosaico en piso de luz, publicaciones y se obsequió folletería. El IIUNAM editó tres trípticos para reforzar sus actividades de promoción, uno con la presentación general del Instituto, y dos temáticos, sobre ingeniería hidráulica y ambiental.

Del 7 al 10 de marzo, en el Instituto de Ingeniería hubo otras dos reuniones de especialistas: el *Workshop on Ecological Sanitation*, al que asistieron 45 especialistas el día 7, y la *7th Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems*, organizadas por la Subdirección de Hidráulica y Ambiental del IIUNAM.

Por otra parte, el 14 de marzo en el Palacio de Minería, inició el *Encuentro Internacional de Experiencias por el Agua*, como preámbulo del *IV Foro Mundial del Agua*. Durante la inauguración, el Lic. Alejandro Encinas, jefe del Gobierno del Distrito Federal y el presidente del Consejo Mundial del Agua, Loic Fauchon, coincidieron en señalar que el acceso al agua es un derecho.

El tema del agua, en sus diferentes facetas, es una de las prioridades dentro de las líneas de investigación y desarrollo del II. La creatividad e innovación permanente de nuestro personal académico se refleja en la amplia variedad, aunque siempre de gran impacto, de las metodologías y conocimiento desarrollados en nuestro Instituto. En los próximos días debemos recapitular sobre las lecciones que dejan los encuentros relatados de modo de fortalecer nuestro quehacer, al tiempo de plantearnos los nuevos retos que una gestión integrada demanda de nuestra institución, tanto en líneas académicas como en infraestructura. En este sentido, el Instituto deberá reforzar su liderazgo en la identificación y solución de problemas en el ámbito universitario.

Finalmente, aunque no por ser menos importante sin duda, me refiero a la constitución del fondo para desarrollar los estudios de los 109 proyectos más relevantes en infraestructura que identificó el Colegio de Ingenieros Civiles de México. Establecido por el Ing. Carlos Slim, el fondo le ofrece al Instituto la enorme oportunidad de participar con todas sus capacidades en este esfuerzo de la ingeniería, especialmente porque en todas las áreas requeridas, el II posee capacidades únicas en el país. Estamos trabajando ya al respecto.

Sergio M Alcocer Martínez de Castro



## Distinción

El pasado 8 de marzo en el teatro Juan Ruiz de Alarcón del Centro Cultural Universitario, la doctora María Teresa Orta Ledesma recibió el *Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz* de manos del rector Juan Ramón de la Fuente.

La doctora Orta Ledesma fue una de las 77 profesoras e investigadoras que se hicieron acreedoras a este premio.

Por su parte, el rector señaló la necesidad de impulsar, promover, difundir y fortalecer la más amplia participación de la mujer en esta institución. Es urgente que al tiempo de consolidar la presencia de las mujeres en las humanidades, las ciencias sociales y las artes, se fortalezca también en las ciencias exactas, «pues es ahí donde hay un gran rezago, donde puede avanzarse y lograr el equilibrio».

## Impacto de proyectos

### Investigaciones de la Coordinación de Geotecnia

El grupo de investigadores de la Coordinación de Geotecnia ha combinado las investigaciones básica y aplicada con la actividad profesional, mediante asesorías a dependencias gubernamentales y empresas de capital privado. Esta amalgama de labores ha redundado en que los logros científicos y tecnológicos transiten con relativa fluidez del ámbito académico a la práctica profesional. No es fortuito que los investigadores de esta especialidad hayan tenido una participación relevante en el desarrollo de la infraestructura eléctrica del país, así como en los sistemas de Transporte Colectivo (Metro) y de la red profunda de colectores hidráulicos. La construcción de presas de gran altura para generar energía eléctrica fue posible gracias a las investigaciones pioneras sobre el comportamiento de materiales granulares, los desarrollos tecnológicos para monitorear la respuesta de estas obras con el tiempo y la elaboración de procedimientos numéricos novedosos.

En los últimos años, estos investigadores han intervenido directa o indirectamente en los proyectos de mayor relevancia en el país, relacionados con ingeniería de

presas, túneles, cimentaciones e ingeniería geosísmica. Asimismo, han obtenido logros significativos en el desarrollo y aplicación de técnicas como geoestadística, sistemas neurodifusos, algoritmos genéticos, cómputo aproximado y teoría de fractales, para la solución de problemas geotécnicos y sísmicos. De igual manera, a la luz de los avances logrados en el conocimiento de los fenómenos que controlan problemas como el flujo de agua en medios porosos, comportamiento de suelos, licuación de arenas, deslizamiento de taludes, consolidación de suelos arcillosos, etc, las teorías y procedimientos de análisis comúnmente utilizados para resolver problemas de esta índole han sido modificados.

Como muestra del tipo de trabajo que se lleva a cabo en la Coordinación de Geotecnia, se exponen a continuación tres de sus proyectos recientes.

### Proyecto hidroeléctrico (PH) El Cajón

Este proyecto forma parte del sistema hidroeléctrico del río Santiago. Está localizado a unos 77 km aguas arriba de la presa Aguamilpa (en cuyo diseño también influyeron determinadamente los miembros de esta Coordinación) y aproximadamente a 47 km en línea recta de la ciudad de Tepic.

Su aprovechamiento permitirá la generación de energía eléctrica utilizando dos unidades, de 375 MW cada una, con lo que se alcanzará una producción media anual de 122 864 GW/h. El Congreso de la Unión autorizó 812 millones de dólares americanos para esta obra, que comprende la realización de las obras civiles, electromecánicas y la puesta en servicio. La cortina del proyecto hidrológico El Cajón, de enrocamiento con cara de concreto, tendrá 186.5 m de altura, y en conjunto abarcará 10.3 millones de m<sup>3</sup> y una losa de concreto de cerca de 90 000 m<sup>3</sup>. El estado actual de la cortina se muestra en la fotografía de la pág 4.

Partiendo de la sección propuesta por la Comisión Federal de Electricidad (CFE, fig 1), se realizaron investigaciones que incluyeron aspectos como la reinterpretación de los estudios de campo y laboratorio efectuados por la CFE, y el análisis numérico de la cortina considerando opciones diferentes de la propuesta por CFE, resultado del consenso de las opiniones del cuerpo técnico de la Coordinación de Proyectos Hidro-

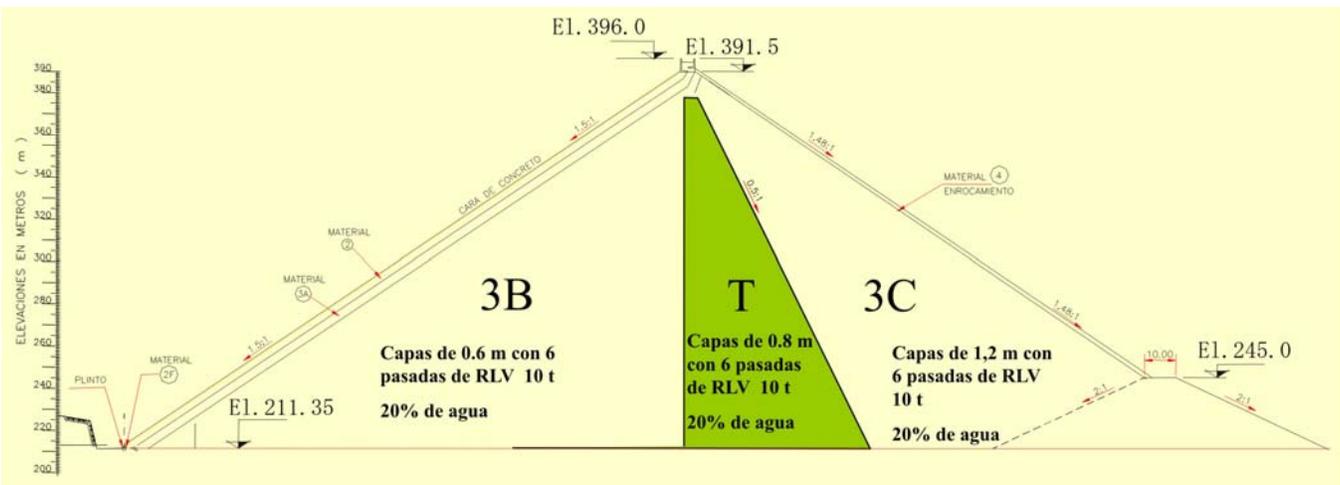


Fig 1. Opción propuesta por CFE

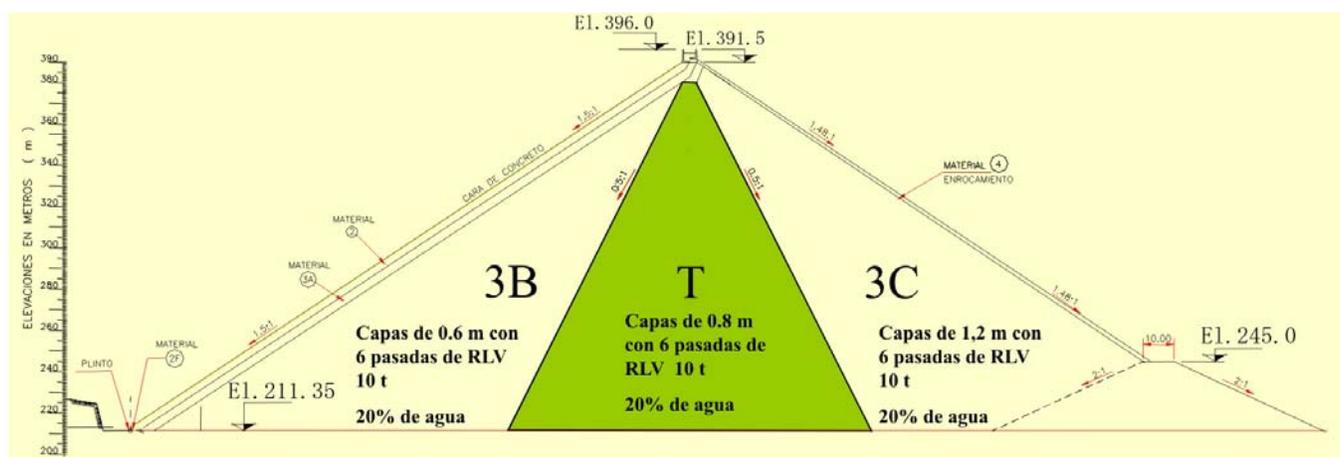


Fig 2. Opción propuesta. Resultado de la investigación

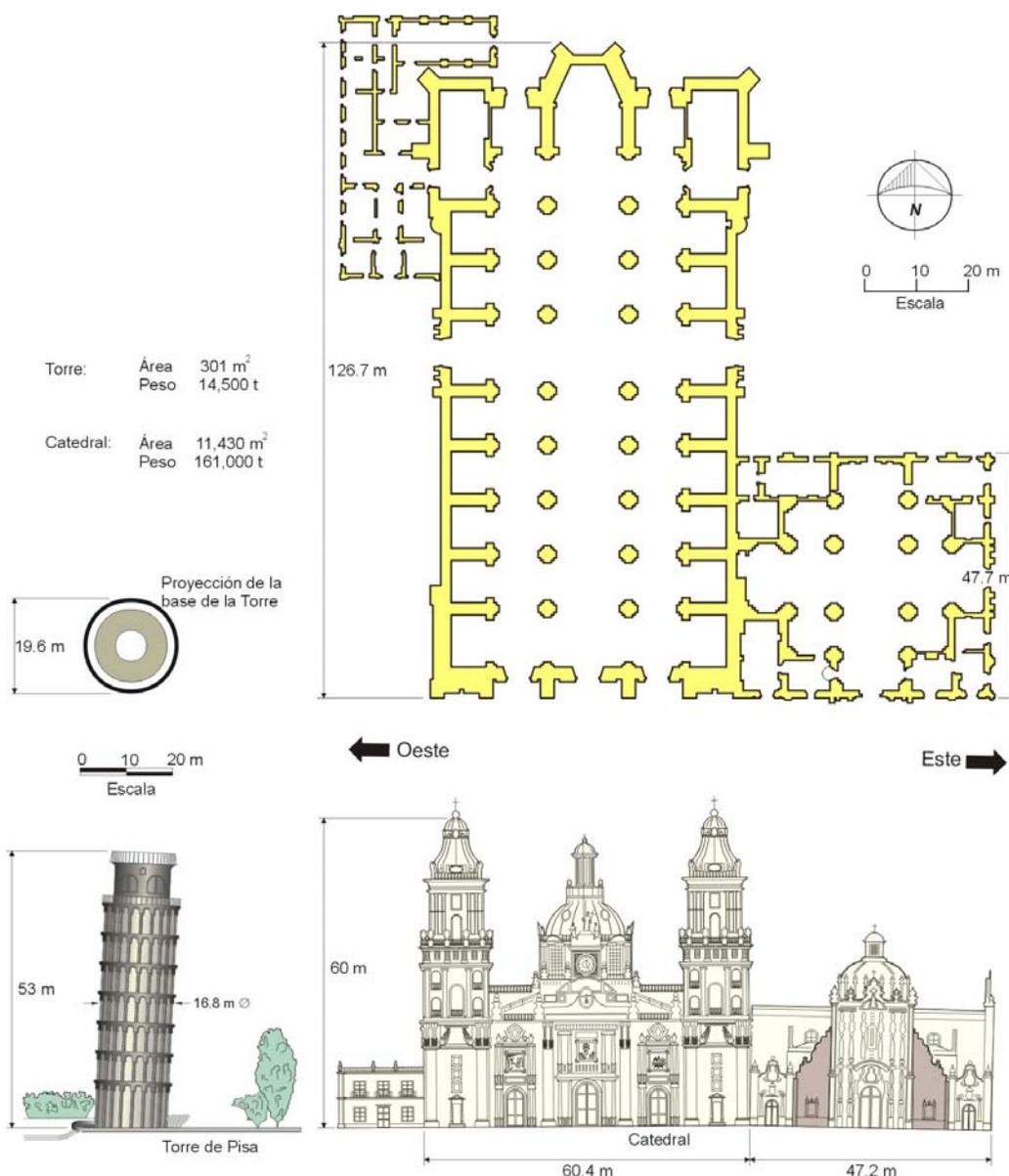


eléctricos y las de sus consultores internacionales. El producto final de la investigación (fig 2) generada en el IIUNAM fue considerado por los mismos asesores internacionales como un aporte valioso a la práctica mundial de los diseños de grandes presas.

Conforme a los análisis económicos realizados por la CFE, la opción propuesta (fig 2) representa un ahorro del orden de 30 millones de dólares americanos respecto al costo de la cortina propuesta por CFE.

### Geotecnia aplicada a la conservación de monumentos

La geotecnia aplicada a la conservación de monumentos es un tema en el que se ha consolidado la presencia de investigadores de esta Coordinación en el ámbito internacional. Éstos han continuado participando en el Comité Técnico TC-19 de la Sociedad Internacional de Ingeniería Geotécnica, dentro del cual han contribuido a una



Plantas y elevaciones de dos importantes monumentos que fueron subexcavados para corregir desplomos y hundimientos diferenciales. La subexcavación de la Catedral Metropolitana entre 1993 y 1998 fue un importante precedente que permitió adaptar esa misma técnica para corregir parte de la inclinación de la famosa Torre de Pisa. Dibujos cortesía de Enrique Santoyo, TGC Geotecnia.



Litografía de la Catedral Metropolitana a mediados del Siglo XIX. La Geotecnia juega un papel cada vez más importante en la conservación del acervo arquitectónico de la capital y de la nación en general.

amplia difusión internacional de publicaciones sobre los lineamientos (*guidelines*) para intervenir monumentos arquitectónicos desde el punto de vista geotécnico.

Es interesante señalar que las técnicas desarrolladas para enderezar estructuras antiguas, como la Catedral Metropolitana, y para mejorar el subsuelo que las soporta, ahora también se aplican en construcciones modernas, principalmente en unidades habitacionales, en las cuales se han renivelado casi sesenta edificios. En particular, las técnicas de subexcavación y de mejoramiento de suelos han evolucionado y se han mejorado al aplicarse a la solución de problemas de inclinaciones y hundimientos diferenciales en edificios nuevos, con lo cual ahora se cuenta con mejor preparación para resolver los problemas de las vetustas edificaciones que forman parte del patrimonio arquitectónico de nuestra ciudad. La participación de los investigadores de la coordinación en problemas relacionados con la conservación de monumentos ha sido el resultado de una muy fructífera vinculación con colegas e instituciones de los sectores público y privado.

### **Pruebas de carga sobre pilas de cimentación del distribuidor vial San Antonio, México, DF**

Los investigadores de la Coordinación de Geotecnia conducen diversos estudios acerca de la cimentación de edificios y obras de infraestructura, como es el Distribuidor Vial San Antonio y los segundos pisos del Periférico de la ciudad de México. La cimentación de la mayoría de los apoyos de estos viaductos se resolvió

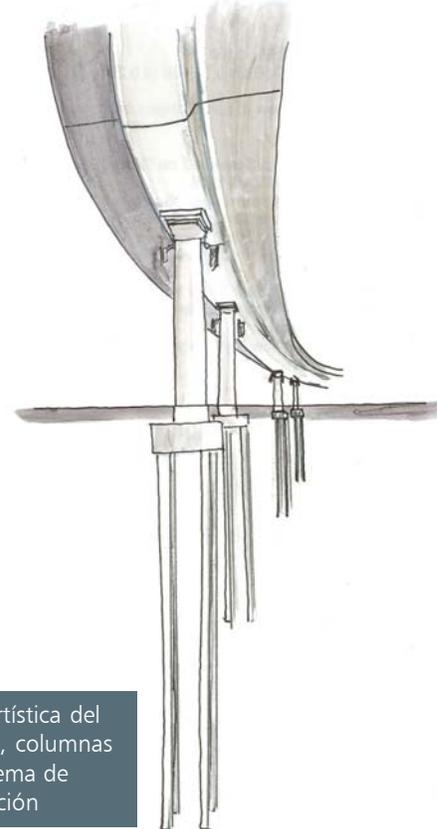


Fig. 3 Visión artística del viaducto, columnas y su sistema de cimentación



Fig. 4 Control visual, además del monitoreo con un sistema de adquisición de datos, de las variables internas de una pila durante el proceso de carga vertical

con una zapata y pilas de 65 cm de diámetro y 20 a 25 m de longitud (fig 3). Dada la cantidad de apoyos por construir, se consideró pertinente verificar experimentalmente las estimaciones de capacidad de carga, por lo que se realizaron pruebas de carga axial y lateral en pilas instrumentadas de dos sitios representativos de las zonas de Transición y Lomas.

En la ciudad de México, han sido escasas las pruebas de carga en pilas con perforación previa y coladas en el lugar, y todavía más raras las que se instrumentan internamente. En esta investigación se midió no sólo la



## Programa Académico del 50 aniversario del IIUNAM

El pasado 8 de febrero el doctor Gustavo Parra Montesinos, profesor de la Universidad de Michigan, impartió la conferencia *Comportamiento sísmico de pórticos híbridos construidos con columnas de hormigón armado y vigas de acero*. En ella, resaltó que los pórticos híbridos, columnas de concreto armado y vigas de acero son atractivos desde el punto de vista constructivo y estructural.



Estudios conducidos en la década de los años ochenta por la compañía Walter P Moore & Associates, así como por la Universidad de Texas en Austin, indicaron que las columnas de concreto armado, particularmente cuando son reforzadas internamente con secciones de acero, son mucho más económicas que las columnas de acero en términos de resistencia y rigidez. El uso de sistemas de pisos con vigas de acero en vez de concreto lleva consigo un aligeramiento de la estructura y permite disminuir el tiempo de construcción, ya que evita el uso de encofrados y de los armados de refuerzo de acero. Más aún, estos estudios demostraron que las estructuras híbridas con vigas de acero y columnas de concreto armado pueden construirse conduciendo simultáneamente diferentes tareas sobre una altura del orden de diez pisos. Más recientemente, las columnas de concreto prefabricadas han sido usadas para optimizar la construcción de estos sistemas en investigaciones conducidas en el Centro Nacional de Investigaciones sobre Ingeniería Sísmica en Taipei, Taiwán.

Desde el punto de vista estructural, el uso de columnas de concreto armado en lugar de perfiles de acero permite lograr una conexión en el momento relativamente

⇒ 11

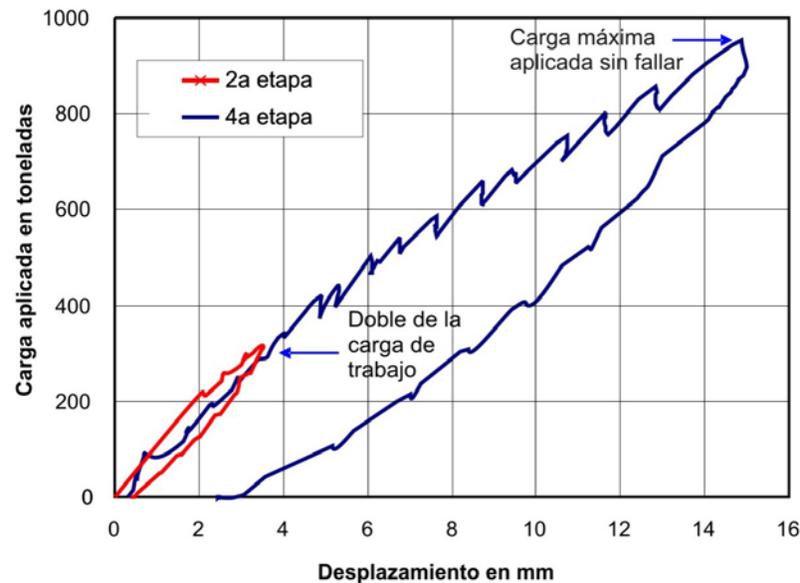


Fig. 5 Relaciones carga-desplazamiento de pruebas de carga vertical sobre una pila prototipo del Distribuidor Vial San Antonio

carga y deformación en la cabeza de las pilas (fig 4), sino también variables internas para conocer cabalmente su comportamiento; así, se registraron deformaciones en acero y concreto a diferentes profundidades, la compresión de tramos de pila y la carga directa en la punta. La carga vertical máxima aplicada sobre cada pila fue de casi 1 000 toneladas, lo que requirió construir cuatro pilas alrededor de la de prueba, para obtener la reacción necesaria, además de una robusta armadura metálica para transferir esas cargas.

Los resultados de las mediciones permitieron conocer los mecanismos de transferencia de carga, poniendo en claro los aportes de la fricción y la punta a la capacidad de carga total. Se comprobó incluso, que varios hechos experimentales no avalan algunas ideas aceptadas como válidas en las prácticas locales. Pudo verificarse la alta capacidad de carga vertical y horizontal de este tipo de pilas (fig 5).

Esta investigación ejemplifica un estudio en el que no sólo se dan respuestas específicas al diseño y a la seguridad estructural de un caso particular como el de esta importante obra de infraestructura, sino que se aportan valiosos conocimientos generales al estado actual del saber y la práctica de la ingeniería de cimentaciones de la ciudad.



el GRUPO DE INGENIERÍA LINGÜÍSTICA invita al

## TERCER SEMINARIO DE INGENIERÍA LINGÜÍSTICA

Lengua y computación: una visión interdisciplinaria

cada viernes del 24 de febrero al 5 de mayo de 2006

1101011  
0100101  
010101  
1000001

12:00 a 14:00 hrs

**Salón de Seminarios  
Emilio Rosenblueth**

Instituto de Ingeniería,  
Ciudad Universitaria  
Coyoacán 04510 México D.F.

### CONFERENCIAS MAGISTRALES

**Dr. Luis Fernando Lara (febrero 24)** COLMEX

“Embriología lingüística e ingeniería”

**Dra. María Pozzi (marzo 17)** COLMEX

“Comunicación especializada y manejo  
computacional de la terminología”

**Dr. Sergio Rajsbaum (abril 7)** IM

“El *web* semántico”

**Dr. Luis Pineda (mayo 5)** IIMAS

“Sistemas conversacionales en español hablado”

### PRESENTACIONES

**Sonia Elisa Morett (marzo 3)**

“Bases sintácticas aplicadas a un programa computacional”

**Luis Alberto Barrón Cedeño (marzo 24)**

“Diccionario onomasiológico difuso”

**Carlos Méndez, Laura Chavarría y Lizeth Saldivar (abril 28)**

“*CHEM*: un corpus diacrónico para el español de México”

### MESAS REDONDAS

**Gramática formal**

**(marzo 10)**

Francisco Hernández Quiroz (FC)  
Mariana Pool (COLMEX)  
Azucena Montes (CENIDET)  
Sergio Bogard (COLMEX)

**Análisis textual**

**(marzo 31)**

Eugenio López (II)  
Margarita Palacios (FFyL)  
Carlos Rodríguez Penagos (CCG)

**Tratamiento de voz**

**(abril 21)**

Javier Cuétara (FFyL)  
Pedro Martín Butragueño (COLMEX)  
Luis Pineda (IIMAS)  
Rosa Esther Delgadillo (CEPE)



### INFORMES

**Alfonso Medina Urrea**  
Tel. 5623 3500 ext. 1012  
amedinau@ii.unam.mx

**Antonio Reyes**  
Tel. 5623 3500 ext. 1009  
areyesp@ii.unam.mx

I EDICIÓN

# FFIA

## PREMIOS DEL AGUA

### FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INGENIERÍA DEL AGUA

La Fundación para el Fomento de la Ingeniería del Agua (FFIA), premiará la mejor tesis leída en el ámbito de la ingeniería hidráulica en su afán por promover y difundir iniciativas que abunden en un mayor y más riguroso conocimiento del mismo.

#### BASES DEL CONCURSO

- ① Podrán presentarse a concurso las tesis escritas en lengua española o portuguesa cuya temática se englobe en el ámbito de la ingeniería hidráulica y que hayan sido defendidas durante los cursos académicos 2003/2004 ó 2004/2005.
- ② Cada participante podrá concursar con un solo trabajo original que no haya sido presentado o premiado en otro certamen y del que sea autor y propietario.
- ③ La fecha límite de recepción de los resúmenes de las tesis es el **10 de Mayo de 2006**. **IMPORTANTE:** Consultar el apartado sexto del documento completo de las bases del concurso para conocer el procedimiento exacto de envío de los trabajos.
- ④ La tesis doctoral ganadora será seleccionada por un jurado de expertos en el tema de la convocatoria designado por el patronato de la FFIA.
- ⑤ El fallo del jurado será inapelable.
- ⑥ La lista de ganadores se hará pública el **30 de Septiembre de 2006**.
- ⑦ La dotación económica asciende a **12.000 euros** destinados al autor de la tesis galardonada. Además, el ganador obtendrá **10 ejemplares** de su tesis impresa en formato libro.
- ⑧ La Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y la Fundación para el Fomento de la Ingeniería del Agua se reservan los derechos de publicación de la tesis ganadora del concurso.
- ⑨ Los trabajos no premiados podrán ser recogidos en la sede de la FFIA en los tres meses siguientes a la publicación del fallo.
- ⑩ El documento completo de las **BASES DEL CONCURSO** se encuentra disponible para su consulta en [www.ingenieriadelagua.com](http://www.ingenieriadelagua.com). Puede solicitarlo asimismo enviando un correo electrónico a la dirección: [concurso@ingenieriadelagua.com](mailto:concurso@ingenieriadelagua.com)

PATROCINA

ORGANIZA Y COORDINA

COLABORAN



Corporación García Arrabal  
[www.garcia-arrabal.com](http://www.garcia-arrabal.com)



Fundación para el Fomento  
de la Ingeniería del Agua  
[www.ingenieriadelagua.com](http://www.ingenieriadelagua.com)



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN  
CONSEJERÍA DE CULTURA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE



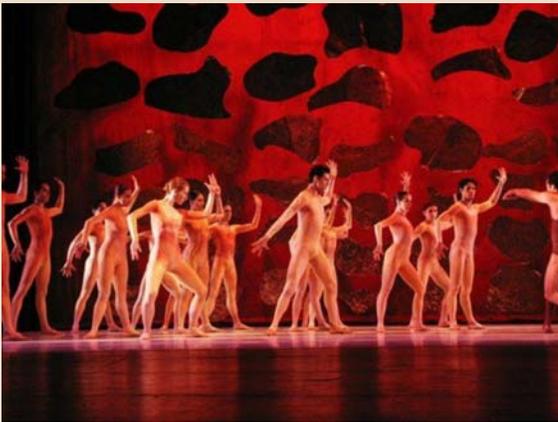
Asociación Española de  
Educación Ambiental

[www.ingenieriadelagua.com](http://www.ingenieriadelagua.com)

## PROGRAMA CULTURAL

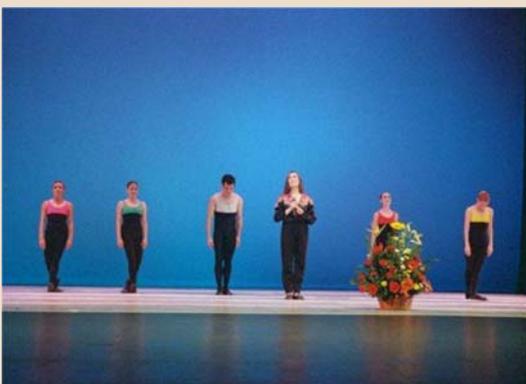


Taller coreográfico de la UNAM  
Dirección: Gloria Contreras  
Programa Mexicano,  
función dedicada al IIUNAM,  
en su 50 aniversario  
19 de marzo



2006

**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



simple, sin necesidad de depender de la calidad de las soldaduras, y eliminando el riesgo de fractura durante un terremoto. Resultados experimentales han confirmado que estas estructuras son capaces de soportar grandes demandas de desplazamientos inelásticos alternados con una adecuada capacidad de disipación de energía y retención de rigidez.

Esta clase de construcciones, pórticos híbridos con columnas de concreto armado y vigas de acero, han sido utilizadas para diferentes fines, incluyendo rascacielos, edificaciones de pocos niveles y centros comerciales. En general, las aplicaciones de estos sistemas híbridos están marcadas por el mercado local.

Aparte de los aspectos de diseño típicos de todo sistema estructural aporticado, relacionados con el dimensionamiento y detallado de miembros estructurales para lograr un comportamiento estable local y global (sistema), el diseño de las conexiones viga-columna es particularmente importante en este tipo de construcción híbrida, en especial cuando la edificación se encuentra localizada en una zona de alto riesgo sísmico.

Dentro de los beneficios que aportan este tipo de construcciones están los económicos, relacionados con la disminución del tiempo de construcción, así como la reducción de los costos de miembros estructurales, particularmente fundaciones, debido al aligeramiento de la estructura como consecuencia del uso de sistemas de pisos con vigas de acero en lugar de concreto.

Por otro lado, los resultados experimentales indican claramente que estructuras aporticadas con columnas de concreto armado y vigas de acero exhiben un buen comportamiento bajo desplazamientos inducidos por sismos, con una adecuada capacidad de deformación, disipación de energía y retención de rigidez.

El hecho de que estas estructuras híbridas exhiban muy buen comportamiento bajo cargas sísmicas puede conllevar otros beneficios económicos luego de terremotos, como son la ausencia o poca necesidad de reparaciones mayores, y de la suspensión de las operaciones en la edificación.

En Houston, Texas, se han construido rascacielos usando pórticos híbridos, como el Houston Center de 52 pisos. También se pueden encontrar ejemplos de este tipo de construcción en América Latina y Asia.

El doctor Parra también está realizando estudios sobre aplicaciones estructurales de concretos de alto desempeño reforzados con fibras, que se caracterizan por una respuesta de endurecimiento a la tensión luego del primer agrietamiento, así como por un comportamiento a compresión similar al obtenido en pruebas de concretos confinados. Debido a su resistencia a la tensión, con deformaciones unitarias a la falla que generalmente exceden el 1%, estos materiales son particularmente atractivos para ser usados en elementos o regiones de miembros estructurales sometidos a grandes esfuerzos de corte, que requieren un intenso detallado del refuerzo de acero para asegurar un comportamiento estable bajo acciones sísmicas. Las aplicaciones discutidas incluyen muros estructurales, vigas de acoplamiento, conexiones viga-columna y losa-columna, y rótulas plásticas en elementos sometidos a flexión. Un factor común observado en estas aplicaciones es que el uso de concretos de alto desempeño reforzados con fibras conlleva a una mayor resistencia a corte y capacidad de deformación y asimilación de daños, a la vez que permite reducciones significativas en la cantidad de refuerzo transversal típicamente requerido por confinamiento y corte.

### ***Nanoingeniería y nanociencias en el siglo XXI***

Dentro de los eventos organizados con motivo del 50 aniversario del IIUNAM, el doctor Víctor Manuel Castaño Meneses, director del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada del Campus Juriquilla, Qro, presentó la conferencia *Nanoingeniería y nanociencias en el siglo XXI*, el miércoles 15 de febrero en el auditorio de la Torre de Ingeniería.

A lo largo de su exposición habló sobre la importancia de los materiales en la evolución de la humanidad. De hecho, las eras en las que se han dividido los grandes



Dr. Víctor Manuel Castaño Meneses y Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro

espacios de tiempo se identifican por el uso de ciertos materiales; así tenemos la era de piedra 10 000 aC, la era de hierro 1000 aC, la era del cemento, la era del acero 1800, la era de los polímeros 1900 y la de los nanomateriales a partir del 2000.

La nanotecnología es una revolución conceptual tan importante como la que originó el Renacimiento. Es evidente que el mundo ha cambiado con los materiales. El interés en el tema es tal que incluso se han detectado algunos que vienen del espacio, como el iridio.

Los avances en este campo del conocimiento han sido muchos —agregó el doctor Castaño— en especial el descubrimiento de que el nanómetro es la mínima expresión de las propiedades físicas y químicas de un material dado. Las nanopartículas se pueden considerar como reactores nanoquímicos donde la propiedad de superficie domina al volumen. Otros materiales nuevos son los nanohíbridos que están constituidos por enlaces químicos de fases orgánicas e inorgánicas que permiten, entre otras cosas, que los plásticos resistan temperaturas de hasta 600 °C, o que la cerámica dentro de un polímero sea tan resistente que sólo puede rayarse con un diamante.

Un punto que vale la pena resaltar es que al momento de realizar un diseño utilizando nanotecnología también se piensa en cómo se puede reciclar esta materia a fin de no contaminar más el planeta.

Características como éstas son muy atractivas para la ingeniería, pues las aplicaciones son muy variadas, van desde la purificación del agua, sistemas estructurales novedosos y pintura antigrafiti, hasta aplicaciones balísticas.

Sabemos, por un lado, que el trabajo del personal académico del IIUNAM está reconocido a nivel mundial, y por otro, que el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA) se encuentra dentro de los máximos indicadores científicos de América Latina, además, de ser el único centro de investigación de una universidad pública en el mundo que está certificado por la norma ISO 9001:2000, gracias a la labor desarrollada por los 16 investigadores, 12 técnicos académicos y 60 estudiantes que lo integran. Por ello, quiero hacer una invitación para que ambas dependencias colaboren juntas. Tomemos el reto de ésta, que es una oportunidad histórica. Por primera vez en México tenemos la oportu-

unidad de ser un paradigma en la nanotecnología —concluyó Víctor Castaño—.

### **Experiencia de innovación tecnológica en la industria de la construcción**

Ingeniero civil por la universidad de Puerto Rico, maestro en ciencias y doctor en filosofía por la Universidad de Cornell, Ramón L Carrasquillo visitó al IIUNAM con el fin de compartir su experiencia con investigadores y estudiantes del Instituto.

Experto en materiales de construcción, resistencia de materiales, ingeniería estructural, ecoingeniería, perito profesional y arbitro, el doctor Carrasquillo manifestó, el 23 de febrero, durante su conferencia *La industria de la construcción mexicana: economía de responsabilidad socio-cultural*, que la industria de la construcción abarca un sin número de facetas que repercuten en la vida social y cultural de las personas.

Considera que la tecnología representa una estrategia de éxito en la industria de la construcción, es una herramienta que nos permite ser parte de la solución de un problema y no parte del problema en sí. La responsabilidad de un ingeniero es dar calidad de vida, tranquilidad a las personas, hacer visualmente atractivo el ambiente en que vivimos.

El proceso constructivo —agregó Ramón Carrasquillo— requiere no sólo que el concreto se comporte de acuerdo con especificaciones precisas según se requiera. Este nuevo concreto que se forma con un 70% de cemento y 30% de ceniza de carbón evita las filtraciones, y sirve como material aislante de ruido y calor. Además la forma de aplicarlo es muy práctica, no requiere de grandes cilindros ni de demasiada mano de obra; en pocas



palabras, así se lleva el método de producción hasta la construcción misma. Con la ventaja de que se pueden colocar los acabados de manera inmediata.

Existen otros materiales que se consideran nuevos en la construcción, como la fibra de vidrio que se usa en lugar del acero. Aparentemente este material es más caro, sin embargo, en ocasiones resulta ser más económico reforzar una estructura con fibra que demolerla.

También es importante utilizar las nuevas tecnologías, como es el caso del concreto ecológico. Este nuevo material, que además es 100% mexicano, tiene una resistencia de 3 mil *psi* a 5 mil *psi*, es altamente permeable y admite coloración para hacerlo más atractivo.

Gracias a esta nueva tecnología ha sido posible plantear retos que parecían inalcanzables. Un ejemplo de ello es la construcción del Museo de Arte Moderno de Austin, Texas, donde era necesario un concreto sin grietas, sin juntas y que no fuera curado para que no resultara opaco.

Somos muchas las personas que vivimos de la industria de la construcción, y debemos trabajar juntas para buscar la perfección, debemos tener responsabilidad cultural y educacional. Es decir, hay que retribuir lo que se nos ha dado, debemos aceptar la tecnología como herramienta de éxito. Valorar la contribución a la calidad de vida sobre el costo directo a corto plazo.

En los proyectos que hoy he presentado —dijo— han participado numerosos estudiantes graduados en todas y cada una de las actividades, de modo que pueden conocer el proceso de construcción completo.

Mi idea es demostrar que la industria y la universidad deben trabajar juntas en la solución de problemas.

Al finalizar la conferencia, Sergio Alcocer Martínez de Castro agradeció al doctor Carrasquillo su participación y el habernos permitido beneficiarnos con sus experiencias y conocimientos.

Es evidente que los nuevos materiales representan un reto y una enorme responsabilidad que deben enfrentar la universidad, la industria y las empresas privadas, aprovechándolos para hacer la vida más segura, más amena y más agradable—concluyó—.

## Participación del personal del IUNAM en actividades académicas

### Russell L Ackoff

Como homenaje a Russell L Ackoff en su 87 aniversario, se llevó a cabo el *Simposio participación y desarrollo: el México del Futuro*, el pasado 14 de febrero.

El doctor Ackoff ha sido desde hace tiempo profesor visitante de la UNAM y ha mantenido estrecha relación con académicos de la máxima casa de estudios. Es reconocido internacionalmente como uno de los pioneros en el estudio y aplicación de la investigación de operaciones, y sus aportaciones han permitido avanzar en planeación.

Durante la inauguración del Simposio, el doctor Juan Ramón de la Fuente subrayó la importancia de las aportaciones de la obra del doctor Russell Ackoff.

Es bueno —afirmó el rector— que la UNAM reconozca el trabajo de los viejos maestros, por el camino andado de los veteranos. Felicidades por regresar a México, felicidades por sus contribuciones, sus estudios, sus aportaciones. Estoy muy contento de recibirlo en ésta, su casa.

Por su parte, al tomar la palabra el doctor Sergio M Alcocer Martínez de Castro, resaltó que la presencia del doctor Ackoff en el país es relevante por su propia personalidad y trayectoria, en primerísima instancia, pero lo es también por la marcada ausencia de planeación, o al menos del formal seguimiento de ella en nuestro país.

México requiere profesionales mejor preparados y comenzar, de inmediato, a desarrollar un programa de investigación acorde con nuestras necesidades. La revisión de los ejes temáticos de los planes nacionales de desarrollo, desde su establecimiento, arroja los mismos temas en los cuales se debe desarrollar investigación en ingeniería. Éstos son, a saber, y sin orden de prelación: recursos hidráulicos, transporte, vivienda y desarrollo urbano, energía, telecomunicaciones y prevención de desastres, principalmente.

Sin embargo, la investigación en las ingenierías se desarrolla, en términos generales, sin visión de largo plazo, y por consecuencia, sin metas ni estrategias. Gene-



ralmente predomina el interés por resolver problemas muy puntuales, más que por desarrollar soluciones de impacto elevado y duradero, o la obtención del conocimiento tiene la prioridad, mientras que la búsqueda de soluciones a los problemas ocupa un papel secundario, si existe.

La planeación debe verse como una guía general, dinámica y flexible, pero con un objetivo claro y definido. Seguramente, los comentarios y sugerencias del profesor Ackoff serán de gran utilidad.

Posteriormente, el maestro Gerardo Ferrando, director de la Facultad de Ingeniería, recordó que el contacto de Russell Ackoff con la máxima casa de estudios data de muchos años atrás, desde que él era estudiante. Mencionó la importancia de la planeación dentro de la UNAM, se congratuló de que el doctor Ackoff estuviera en México y le agradeció su visita.

### **XXIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil**

En el World Trade Center de la ciudad de México, del 1 al 3 de marzo, se llevó a cabo el *XXIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil*, organizado por el Colegio de Ingenieros Civiles de México.

A lo largo de estos tres días se expusieron 36 ponencias. El Instituto de Ingeniería presentó dos Conferencias magistrales: *El papel de la ingeniería en el desarrollo sostenible* y *Hacia una política pública sobre prevención de desastres*, a cargo respectivamente de los doctores Daniel Reséndiz, investigador del IIUNAM y Sergio Alcocer Martínez de Castro, director del mismo. También participó el doctor Roberto Meli explicando aspectos de la prevención de desastres. El doctor Alcocer habló además sobre el papel de los Institutos de Investigación y el desarrollo tecnológico.

El doctor Reséndiz dijo, en la primera conferencia, que la humanidad tiene dos grandes desafíos:

La sostenibilidad social: Reducir la desigualdad social entre países y dentro de cada uno de ellos (riesgos inminentes: terrorismo e inseguridad) y la sostenibilidad

ambiental: Mantener la disponibilidad de recursos naturales para generaciones venideras (riesgos inminentes: hidrocarburos y agua).

Es urgente arreglar estas desigualdades pues son la causa de problemas sociales tan graves como el terrorismo y la inseguridad. Por otra parte, el aspecto ambiental es importante porque si bien es cierto que los recursos naturales deben satisfacer nuestras necesidades también debemos estar concientes que tenemos la obligación de conservarlos y usarlos racionalmente a fin de no disminuir las oportunidades de generaciones futuras al disfrute de los mismos recursos.

Corresponde a los proyectos de ingeniería proporcionar bienestar, sin embargo también modifican el entorno natural y social, pues ese es su propósito, por ello se debe:

Hacer positiva y máxima la diferencia entre beneficios y costos (económicos, ambientales, sociales); incluir costos directos, indirectos, inmediatos y mediatos, todos a valor presente y monitorear la sostenibilidad (económica, social y ambiental) de los proyectos en operación.

Un punto clave es hacer el monitoreo de la sostenibilidad esto es dar seguimiento para corregir las desviaciones que se pueden presentar.

En un proyecto de ingeniería se deben seguir cinco reglas para evitar problemas:

1. Determinar con buen juicio las fronteras del sistema socio-ambiental afectado\*
2. Evaluar sistemas de proyectos, no proyectos individuales
3. Determinar efectos económicos, ambientales y sociales de los sistemas alternativos de proyectos, y escoger la mejor opción
4. Afinar los proyectos mitigando los daños inevitables (ejemplo: protección de cuencas, sustitución de ecosistemas destruidos, pago por servicios ambientales, etc.
5. Monitorear y ajustar los proyectos en operación para corregir desviaciones insostenibles.

\*Planeación regional, práctica abandonada en México por imitación extralógica



Para saber si un proyecto es sostenible debemos analizar si es económicamente rentable y socialmente justo, si no reduce la diversidad natural, si se cumple la definición Brundtland para un lapso largo aunque finito, con incertidumbre aceptable; si las evaluaciones confirman que no se agotarán los recursos naturales ni se producirá una ruptura en el equilibrio social ambiental, y si a través del monitoreo es posible corregir las desviaciones que se presenten.

Ante cualquier indicio de insostenibilidad se debe elegir otra opción y las desviaciones que se presenten al monitorear el proyecto deben corregirse para que éste sea exitoso —concluyó el doctor Reséndiz—.

Por su parte, el doctor Alcocer enfatizó en su conferencia la importancia de contar con una política pública sobre prevención de desastres, pues éstos representan una amenaza real para el desarrollo de un país; por la pérdida de vidas humanas y el daño económico.

Dentro de los retos que enfrenta la política de prevención de desastres se encuentra el fomentar la prevención de desastres con recursos económicos adecuados, la protección ante desastres, la corresponsabilidad en el manejo de desastres, planes de desarrollo y reordenamiento urbano, aplicación de la normatividad, capacitar a las autoridades y a la población para enfrentar emergencias, establecer programas de relocalización de asentamientos irregulares, fomentar la cultura de aseguramiento nacional para distribuir el riesgo y el apoyo de las fuerzas armadas.

Para consolidar una política nacional es necesario la creación de una Comisión/Agencia Federal para el manejo de desastres que permita: definir nuevas estrategias, reducir riesgos, capacitar personal, fortalecer los medios de comunicación y que el responsable de estas acciones dependa directamente del presidente.

Crear una cultura de autoprotección, mantener informada a la población es básico si queremos disminuir los riesgos y aminorar los efectos destructivos de los mismos sobre la infraestructura, fortalecer los reglamentos de construcción, elaborar material educativo y de difusión para niños.

Debemos realizar acciones en el sentido de la prevención si queremos evitar las consecuencias siempre dolorosas de un desastre.

Posteriormente, el doctor Roberto Meli, investigador del IIUNAM habló sobre la vulnerabilidad de la vivienda a los riesgos. Corresponde a la ingeniería civil atender el problema de los riesgos sísmicos, los cuales varían dependiendo del tipo de construcción. Esta clase de 'problemas se presentan por falta de conocimiento de la normativa por parte de las autoridades.

Desafortunadamente, después del temblor de 1985 parece que el interés en la construcción de estructuras ha disminuido. Debe haber un mayor esfuerzo para mejorar los reglamentos de construcción y difundir estas normas para garantizar la seguridad. Se deben tomar precauciones para evitar riesgos promoviendo una legislación para lograr un ordenamiento urbano planeando a largo plazo.

Otro tema tratado en este Congreso fue el de los Institutos de Investigación y el Desarrollo Tecnológico. El doctor Alcocer comentó que es necesario incluir en los planes gubernamentales el tema de la investigación y dio como ejemplo el de la prevención de desastres, tales como las inundaciones, donde se puede apreciar claramente que no hay esfuerzos coordinados con planeación adecuada que reduzcan las pérdidas humanas y materiales.

En cuanto a los fondos sectoriales estos no cuentan con cuerpos adecuados. Hace falta un cuerpo interlocutor entre las firmas de ingeniería y los centros de investigación.

Debe haber una reestructuración para hacer una evaluación correcta del trabajo de ingeniería, donde la publicación de artículos no es la actividad principal, es decir en ingeniería hay otro tipo de participaciones que no son reconocidas por instancias como el Sistema Nacional de Investigadores. También quisiera tocar el tema del financiamiento de infraestructura, pues si bien es cierto que nuestras instalaciones fueron de punta también es cierto que ahora necesitamos un impulso por parte del CONACYT para estar al día tanto en laboratorios como en la superación de nuestro personal.

## 7<sup>th</sup> Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems

Con el propósito de que se convierta en un foro internacional donde se presenten los avances científicos y técnicos en sistemas pequeños de agua y drenaje, enfocados a tratamientos de agua para comunidades de menos de 4 000 habitantes e industrias de dimensiones reducidas, se llevó a cabo la *7th Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems* del 7 al 10 de marzo, organizada por la Subdirección de Hidráulica y Ambiental del Instituto de Ingeniería.

En ella participaron expositores provenientes de Alemania, España, Japón, Corea, Tailandia, Australia, Francia, Inglaterra, Suecia, Noruega, Sudáfrica, Brasil, Portugal, Turquía, Italia, EUA, Finlandia, República China y México quienes presentaron un total de 76 trabajos, de los cuales siete fueron del IIUNAM, además de 20 carteles.

Entre los temas tratados se encuentran:

- Sistemas descentralizados de recolección y tratamiento de aguas residuales
- Reactores de biopelícula
- Tratamiento anaerobio
- Mejoramiento de sistemas para tratamiento de aguas residuales
- Aguas residuales industriales
- Operación y control de sistemas de tratamiento de aguas residuales
- Reúso de aguas residuales y eliminación de nutrientes
- Humedales construidos y estanques para tratamiento de aguas residuales
- Riesgos ambientales y microbiología

## Obituario

El Instituto de Ingeniería lamenta profundamente el fallecimiento de Guillermo Hiriart Molinar, quien fue Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Coordinación de Geotecnia y formador de varias generaciones de investigadores en el área experimental de geotecnia, acaecido el 13 de marzo de 2006.

Descanse en paz

## Directorio

### UNAM

Dr Juan Ramón de la Fuente  
Rector

Lic Enrique del Val Blanco  
Secretario General

Mtro Daniel Barrera Pérez  
Secretario Administrativo

Dra Rosaura Ruiz Gutiérrez  
Secretaria de Desarrollo Institucional

Mtro José Antonio Vela Capdevila  
Secretario de Servicios a la Comunidad

Mtro Jorge Islas López  
Abogado General

Dr René Drucker Colín  
Coordinador de la Investigación Científica

Lic Néstor Martínez Cristo  
Director General de Comunicación Social

### INSTITUTO DE INGENIERÍA

Dr Sergio M Alcocer Martínez de Castro  
Director

Dr José Alberto Escobar Sánchez  
Secretario Académico

Dr Mario Ordaz Schroeder  
Subdirector de Estructuras

Mtro Víctor Franco  
Subdirector de Hidráulica y Ambiental

Dr Luis A Álvarez-Icaza Longoria  
Subdirector de Electromecánica

Mtro Lorenzo Daniel Sánchez Ibarra  
Secretario Administrativo

Mtro Xavier Palomas Molina  
Secretario Técnico

Mtra María Olvido Moreno Guzmán  
Secretaria de Promoción y Comunicación

### GACETA II

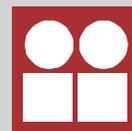
Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual se muestra el impacto de los trabajos e investigaciones realizados; las distinciones recibidas, conferencias, cursos y talleres impartidos, tesis graduadas e información de interés general. *Gaceta II* se publica los días 25 de cada mes y tiene un tiraje de 1000 ejemplares. Instituto de Ingeniería, Edificio Fernando Hiriart, circuito escolar, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, México, DF, 04510. Tel 5622 3415, Fax 5623 3600 ext 8053.

Editora responsable  
Lic María Verónica Benítez Escudero

Correctora de estilo  
L en L Olivia Gómez Mora

Colaboradora  
I Q Margarita Moctezuma Riubí

Formación e impresión  
Albino León Cruz



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**

**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)