

Editorial: Plan Nacional de Infraestructura

Distinciones a personal académico del II

Restauración: Torre Oriente de la Catedral Metropolitana

Canal de Oleaje

Entrevista a  
**Rodolfo Silva Casarín**

**E**l Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 establece los objetivos, metas y acciones que “impulsará el Gobierno Federal para aumentar la cobertura, calidad y competitividad en este sector estratégico para el desarrollo nacional”. En un apartado de la página del Gobierno de México (<http://www.infraestructura.gob.mx/>) se afirma que el reto de este Programa es construir una infraestructura sólida, actualizada y extendida en beneficio de las generaciones de hoy y de mañana. Por eso, define acciones con una visión integral y de largo plazo. Este Programa se deriva del Plan Nacional de Desarrollo y se afirma que es un elemento fundamental para elevar el crecimiento, generar más y mejores empleos y alcanzar el desarrollo humano sustentable. Más aún, en el contexto actual de crisis económica global, este programa será una de las principales medidas “anticíclicas” con que el gobierno buscará limitar los impactos negativos en nuestra economía, principalmente en el rubro laboral.

Los sectores en que este Programa de Infraestructuras se divide son: carretera, ferroviaria y multimodal, portuaria, aeroportuaria, de telecomunicaciones, agua potable y saneamiento, hidroagrícola y de control de inundaciones, eléctrica, producción de hidrocarburos, refinación, gas y petroquímica.

Del listado anterior se desprende que nuestra Universidad en general y particularmente el Instituto de Ingeniería dada su misión, visión y valores institucionales, puede y debe ser una de las instituciones líderes que participen activamente en el desarrollo de este programa, que parte del reconocimiento de que la infraestructura es un requisito imprescindible para avanzar más rápidamente en el desarrollo de México y alcanzar una mejor calidad de vida.

La meta del gobierno federal es que para el 2030 México se ubique en el 20 por ciento de los países mejor evaluados de acuerdo con el índice de competitividad de infraestructura que elabora el Foro Económico Mundial.

Actualmente nos encontramos en el número 64 de 125 naciones, por debajo del promedio mundial, así que en este sentido habrá mucho por hacer. Para alcanzar esta meta, en 2012 México debe convertirse en uno de los líderes de América Latina por la cobertura y calidad de su infraestructura.

Un dato que concierne al Instituto debido a la posibilidad de mantener o incrementar el ingreso de recursos extraordinarios, lo que el Gobierno Federal planea invertir, en promedio, 844 mil millones de pesos por año en todos los sectores, además de crear las condiciones para que el sector privado contribuya con el 58 % del total (951 mil millones de pesos) de los requerimientos de inversión, específicamente en los campos de Comunicaciones, Transportes y Agua. Nuestro instituto participará en varios proyectos relevantes en este 2009. Entre ellos están el emisor oriente del Valle de México, la línea 12 del metro en el Distrito Federal, el puente El Baluarte en la carretera Durango-Mazatlán, el viaducto Bicentenario en el Estado de México, los dos túneles en El Caído del río Grijalva, por nombrar algunos.

Invito a toda la comunidad del Instituto de Ingeniería a que se mantenga al tanto del desarrollo de este programa y que en la medida que sus líneas de trabajo e investigación lo permitan, participe en los proyectos que habremos de desarrollar en apoyo a las diversas dependencias en los tres niveles de gobierno así como de la iniciativa privada.

No quiero perder la oportunidad de desearles un próspero 2009 en lo personal y en lo profesional. Mantengamos el esfuerzo para que aun con las dificultades que anuncian los expertos en política económica, el Instituto de Ingeniería siga siendo la institución comprometida y generadora de soluciones ingenieriles que nos ha caracterizado por más de medio siglo. El país requiere, particularmente en esta época de crisis, del mayor compromiso de cada persona y organización. Aportemos la parte que nos corresponde.

**Adalberto Noyola Robles**  
Director





## UNAM

Dr José Narro Robles

### Rector

Dr Sergio M Alcocer Martínez de Castro

Secretario General

Mtro Juan José Pérez Castañeda

Secretario Administrativo

Dra Rosaura Ruiz Gutiérrez

Secretaria de Desarrollo Institucional

MC Ramiro Jesús Sandoval

Secretario de Servicios a la Comunidad

Lic Luis Raúl González Pérez

Abogado General

Dr Carlos Arámburo de la Hoz

Coordinador de la Investigación Científica

Enrique Balp Díaz

Director General de Comunicación Social

## INSTITUTO DE INGENIERÍA

Dr Adalberto Noyola Robles

Director

Dr Paulo Salles Afonso de Almeida

Secretario Académico

Dr Francisco José Sánchez Sesma

Secretario de Planeación y Desarrollo Académico

Dr Manuel Jesús Mendoza López

Subdirector de Estructuras

Mtro Víctor Franco

Subdirector de Hidráulica y Ambiental

Mtro Alejandro Sánchez Huerta

Subdirector de Electromecánica

CP Alfredo Gómez Luna Maya

Secretario Administrativo

Arq Aurelio López Espíndola

Secretario Técnico

Fis José Manuel Posada de la Concha

Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación

## 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 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 Hiriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, México, DF. Tel 5623 3615.

Lic María Verónica Benítez Escudero

Editora responsable

L en L Olivia Gómez Mora

Correctora de estilo

I Q Margarita Moctezuma Riubí

Colaboradora

Ruth Pérez

Diseño

Albino León Cruz

Impresión

Israel García Castro

Asistente de impresión

Fidela Rangel

Distribución

Portada: Pista circular del Laboratorio de Vías Terrestres. Instituto de Ingeniería, UNAM.

## Workshop on Security and Environmental Sustainability of Multimodal Transport

### NATO ARW London 2009

La doctora Angélica Lozano, investigadora del II UNAM, participó en el *Advanced Research Workshop on Security and Environmental Sustainability of Multimodal Transport*, patrocinado por la OTAN dentro del programa Ciencia para la Paz y la Seguridad. Este taller internacional, al que la doctora Lozano fue invitada, es organizado por el Imperial College de Londres, y se realizó del 7 al 9 de enero de 2009 en Londres, Inglaterra.

A las actividades del Taller asistieron solo 17 ponentes y 6 observadores autorizados, además de los organizadores, provenientes de EUA, Reino Unido, Jordania, Marruecos, Rumanía, Armenia, Holanda, Canadá, Egipto, Italia, Grecia, Ucrania, Noruega, China, Irán, México, Polonia e Italia, pues es un evento cerrado.

El objetivo fue reunir a un grupo de expertos para hacer una evaluación crítica del conocimiento actual sobre la seguridad en el transporte, identificando las



direcciones de la investigación futura, y promoviendo la colaboración entre científicos de diferentes países. Las presentaciones estuvieron enfocadas a la aplicación de técnicas de manejo de riesgo en el transporte multimodal, con énfasis en las amenazas al transporte y medio ambiente.

Durante dichos días se abordaron temas sobre seguridad y sostenibilidad del transporte multimodal, orientados principalmente a aspectos de seguridad e impactos ambientales, derivados del terrorismo.

Angélica Lozano presentó un trabajo sobre población expuesta a accidentes (intencionales o no) por materiales peligrosos en áreas urbanas, en el que, además de la doctora Lozano, colaboraron Ángeles Muñoz (estudiante de doctorado), Luis Macías (estudiante de maestría) y Juan Pablo Antún (investigador de la Coordinación de Sistemas).

Para más información del evento consulte la página: <http://arw-london2009.com/4901.html>



## WGIII del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático



El pasado 9 de diciembre los codirectores del grupo de trabajo N°III del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático designaron al doctor Gerardo



Hiriart Le Bert, investigador del II UNAM, como coordinador de los autores líderes del Capítulo Geotermia, que tendrán a su cargo la preparación de un reporte especial sobre las fuentes de energías renovables y su efecto de mitigación en el cambio climático.

El doctor Hiriart fue propuesto por la SEMARNAT como representante de México para coordinar a los líderes de este grupo, con base en su vasta experiencia nacional e internacional en el tema, y en sus publicaciones.

En el grupo de geotermia participan, como autores líderes, reconocidos científicos de la comunidad internacional

tales como los doctores J Tester del MIT, R Bertani de la división internacional de ENEL, en Italia; C Bromley del GNZ, en Nueva Zelanda; H Muraoka del AIST, en Japón; A Ragnarsson de la Asociación Geotérmica, en Islandia; V Zui de la Academia de Ciencias de Bielorusia, y otros más.

La coordinación de los autores líderes estará a cargo del doctor Hiriart de la UNAM y de Golstein de la Asociación Australiana de Geotermia. La primera reunión de trabajo de este grupo, denominado *WGIII del IPCC*, se llevará a cabo a finales de enero en la academia espacial brasileña en San José de los Campos.

## Premio Nacional de la Sociedad Química de México 2008



El ingeniero químico Alfonso Gaitán Las-tras recibió el *Premio Nacional de la Sociedad Química de México 2008*, a la mejor tesis de licenciatura, con el trabajo *Remoción de cobre y amonio en agua mediante materiales de intercambio iónico preparados con un jal minero de cobre*. La tesis premiada fue seleccionada entre numerosos trabajos a nivel nacional y se realizó bajo la dirección de la doctora Rosa María Ramírez Zamora, quien también recibió una calurosa felicitación por parte del jurado calificador.

La distinción se entregó el lunes 1° de diciembre en el marco de las actividades que realizaron la Cámara Nacional de la Industria de Transformación y la Sociedad Química de México, con motivo del Día del Químico.



## Expo ciencias Nacional 2008

Andrés Martínez Arce, estudiante de tercer semestre de la licenciatura en tecnología impartida en el campus Juriquilla de la UNAM, se hizo acreedor al primer lugar en el área de tecnologías y ciencias del medio ambiente, del certamen *Expo ciencias Nacional 2008*, celebrado en Puebla el pasado octubre. El nombre del proyecto por el que mereció el premio es *Generación de biohidrógeno a partir de aguas residuales industriales*.

Este proyecto, supervisado por el doctor Germán Buitrón, está siendo desarrollado en el Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas de la Unidad

Académica Juriquilla del Instituto de Ingeniería.

El premio fue otorgado por la Red Nacional de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología. Con él, Andrés Martínez también recibió una invitación a integrarse a la Delegación Mexicana que participará en el *III Foro Internacional de Ciencia e Ingeniería*, que se celebrará en abril de 2009 en Santiago, Chile. Cabe destacar que Andrés Martínez también obtuvo el segundo lugar del *Premio Expo ciencias del Bajío 2008*, otorgado en Querétaro, Qro, en septiembre de 2008.

¡Muchas Felicidades!



## Actividades académicas

### Tercer curso de remediación de suelos y acuíferos

Del 2 al 5 de diciembre de 2008, se llevó a cabo el *Tercer curso de remediación de suelos y acuíferos* organizado por el Instituto de Ingeniería, UNAM, la Universidad de las Américas, Puebla, la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología-IPN y la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ por sus siglas en alemán).

El curso, que tuvo lugar en el Auditorio José Luis Sánchez Bribiesca de la Torre de Ingeniería con la asistencia de 112

personas, fue muy exitoso pues se abordaron temas muy importantes entre los que se encuentran: muestreo y análisis de suelos contaminados, remediación de acuíferos usando surfactantes, riesgo a la salud y riesgo ecológico, fitorremediación de suelos contaminados, biodegradación de suelos contaminados asistida con surfactantes, atenuación natural en sitios contaminados con hidrocarburos y contaminación de suelos por la industria minera.

Entre los 18 ponentes por parte del Instituto de Ingeniería, participaron las doctoras Rosario Iturbe y Rosa María Flores, y la maestra Alejandrina Castro.





## 2do Seminario Latinoamericano

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Relaciones Exteriores de México, la GTZ (agencia de Cooperación Técnica Alemana), el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania, el Ministerio de Medio Ambiente de Alemania, y la Red Latinoamericana de Prevención y Gestión de Sitios Contaminados (ReLASC), de la que forman parte varios académicos del Instituto de Ingeniería, organizaron el *2do Seminario Latinoamericano sobre la prevención y gestión de sitios contaminados*, el 4 y 5 de diciembre de este año.



El objetivo de la ReLASC consiste en buscar soluciones a problemas concretos de contaminación del suelo y aguas subterráneas a través de la estimulación, y diseminación de conocimiento y experiencias en el ámbito de la gestión y revitalización de áreas contaminadas. De esta manera, la Red colabora con los diferentes agentes de la esfera pública, el medio académico, el sector empresarial y la sociedad organizada.

Durante el primer Seminario efectuado en 2006, en Brasil, los miembros fundadores de la ReLASC, Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay, convocaron a este segundo seminario, del que México fue país anfitrión y la Secretaría de Relaciones Exteriores en la Ciudad de México, sede.

En este seminario se abordaron los siguientes temas: Políticas públicas para gestión de sitios contaminados y protección del suelo en América Latina y Europa; Remediación y revitalización de sitios contaminados; La evaluación de riesgo ambiental en sitios contaminados y la Red latinoamericana de prevención y gestión de sitios contaminados, además de redes temáticas en Europa y políticas públicas en la materia.

Asistieron más de 450 especialistas del sector público y privado de América Latina y Europa, así como representantes de organizaciones públicas y privadas activos en la temática de sitios contaminados, gestión de recursos hídricos, salud pública, manejo de residuos sólidos, planificación urbana, sector inmobiliario y de inversiones, minería, y sector de consultoría especializada.

Durante los dos días se llevaron a cabo 23 conferencias técnicas, una mesa redonda y el curso Work the Net, sobre gestión de redes en la Web.

## Colaboración del II UNAM con la Universidad Técnica de Machala

El maestro en química industrial Víctor Hugo González Carrasco, de la Universidad Técnica de Machala de la Provincia de El Oro, en Ecuador, visitó el Instituto de Ingeniería con el fin de establecer colaboración, estancias académicas e intercambio de experiencias profesionales con personal de nuestra dependencia, especialmente en la parte de energías renovables, aspectos bioclimáticos y edificación sustentable.

El maestro González Carrasco —quien estuvo en México del 30 de noviembre al 10 de diciembre en representación del ingeniero Alberto Game, rector de la Universidad Técnica de Machala— estableció



contacto con el doctor David Morillón gracias a un evento de la Red Iberoamericana de Enfriamiento Solar que se llevó a cabo en Cartagena, Colombia, en 2002.

De esta manera se fomenta el intercambio de ideas entre investigadores de ambos países.



# Restauración del remate de la torre oriente de la Catedral Metropolitana

1ª parte



La rehabilitación de la Catedral Metropolitana es uno de los proyectos importantes del Instituto de Ingeniería, institución que recientemente proporcionó apoyo técnico para reforzar la estructura que sostiene la esfera de piedra situada en la torre oriente de la Catedral, a una altura de 62 m, sostenida por un tensor anclado a un diafragma cuya estabilidad peligraba.

Al estudiar las propiedades mecánicas de los materiales y el estado de conservación de los mismos, se tomó conciencia del extraordinario trabajo que hizo José Damián Ortiz de Castro, autor de la culminación de las torres.

El talento e ingenio de Ortiz de Castro le permitió no sólo diseñar y llevar a cabo la fina arquitectura sino también resolver múltiples detalles estructurales y constructivos para

terminar la obra en un área con serios problemas de hundimiento desde el inicio de su construcción y en una época en la que no existían equipos que facilitaran el trabajo.

## Antecedentes

La construcción de los cubos que llegarían a ser las torres de la Catedral se inició hacia 1642 pero, después de muchas vicisitudes, en 1787 se convocó a los arquitectos más sobresalientes de la Nueva España para continuar con su construcción. José Damián Ortiz de Castro presentó la mejor propuesta y siguiendo ésta concluyó la obra el 18 de abril de 1791, con un costo de \$190,000 pesos (*Toussaint, 1992*).





Las torres están ubicadas en el extremo sur del templo y constituyen una parte fundamental de la fachada. Son de mampostería de tezontle y mortero con chapa de cantera, tienen 62 m de altura (medidos desde el nivel del atrio hasta la parte alta de la cruz), 160 cm de diámetro, ocupan un área de 274 m<sup>2</sup> y su peso, incluyendo la cimentación, es aproximadamente de 9000 t. Su construcción destaca por la manera extraordinariamente atinada para su época con que se solucionaron cuestiones técnicas como la fijación de la cruz y la esfera que rematan el campanario.

En el remate de cada torre existe una cruz franciscana de 3 m de altura y cerca de 500 kg de peso, que es una pieza monolítica esculpida en piedra Chiluca incrustada dentro de un hueco en el hemisferio superior de una gran esfera, cuyas dimensiones son 1.6 m de diámetro, 5 m de circunferencia y 4 t de peso.

Los documentos encontrados con los planos de Ortiz de Castro indicaron que dentro de cada esfera había sido colocada una caja de madera forrada de plomo, con reliquias, mone-

das de proclamación, oraciones y testimonios para la memoria en el futuro (Toussaint, 1992). La caja, que se encontraba dentro de la torre oriente, fue recuperada durante la reciente rehabilitación.

En los campanarios destaca el sistema de soporte de la gran campana (en el centro del cuerpo superior), que pesa 12 149 kg. Ésta es sostenida por cuatro vigas de madera, donde destaca una solera que une doce columnas y funciona como un cinturón, el cual permite confinar y dar mayor estabilidad a las columnas.

Una ingeniosa solución de Damián Ortiz para apresurar los tiempos de construcción fue su diseño del sistema de carga original, a base de poleas, capaz de levantar un peso de 12 t desde el nivel de feligresía hasta el segundo cuerpo, empleando para ello la fuerza de tan sólo ocho hombres, así cada uno era capaz de levantar 1.5 t de peso. Diseñó también un carro integrado por seis bastidores, tres en cada dirección, que podía soportar doce toneladas, capaz de trasladar, de Tacuba a la Catedral, la campana de Guadalupe.

## Estudios históricos del comportamiento estructural de las torres

Al reanudar la construcción de las torres después de nueve años de interrupción, en 1651, se hizo necesario colocar una *hilada de ajuste* para corregir un desnivel que, en el caso de la torre oriente, ya alcanzaba los 19 cm, en una distancia de 7.38 m. Dicha *hilada de ajuste* refleja la magnitud de los hundimientos diferenciales que se presentaron en ese lapso en la fachada. El desnivel corresponde a una pendiente de 2.6% en nueve años, lo que quiere decir que la torre oriente se inclinaba, en sus inicios, hacia el poniente a una tasa de 0.28% por año. Una situación similar ocurrió en la torre poniente, cuya inclinación hacia el poniente era de 0.33%.

Llama la atención que en la torre poniente se hicieron correcciones de verticalidad en sentidos opuestos. Todo parece indicar que, al principio de su construcción, esta torre manifestó un acentuado giro hacia el norte que obligó a colocar una *hilada de ajuste* en la parte superior del cubo, tratando de hacer una corrección de 40 cm de desnivel.

En 1999, al iniciar el programa de rehabilitación de la Catedral empleando la técnica de la subexcavación, el desplomo logró reducirse a razón de 0.15% por año para la torre poniente y 0.35% para la oriente, durante los inicios del proceso. Después de los trabajos de modificación del subsuelo, el desplomo en todos los casos se volvió prácti-





camente estable, lo que revela los efectos favorables que la intervención en el subsuelo tuvo para la estabilidad de las torres.

En el análisis estructural de todo el conjunto religioso, mediante modelos matemáticos, con la técnica de *elementos finitos*, se obtuvieron predicciones muy claras de cada estructura (Sánchez *et al*, 1998). Los resultados logrados llevaron a la conclusión de que no existía amenaza grave para las torres por problemas de efectos sísmicos en sus condiciones actuales, pero que éstos podrían llegar a ser peligrosos si la inclinación de las torres creciera de manera significativa.

Las mediciones recientes indican que la tasa de crecimiento de los desplomes de las torres se ha reducido sustancialmente con las intervenciones realizadas en el subsuelo, y que no es de esperarse que éstos lleguen a valores peligrosos en el mediano plazo.

Cuando el II UNAM inició su intervención, encontró que de las esferas huecas esculpidas en piedra de Chiluca de las torres, la de la torre poniente presentaba múltiples daños, en especial en el hemisferio superior. También se encontraron agrietamientos y problemas de descamación y exfoliación de la piedra.

La base que soporta la esfera es una pieza monolítica, también de piedra Chiluca, que llega hasta el intradós de la bóveda que forma el cupulín de la torre. Es decir, se trata de una pieza que no sólo abarca la parte ubicada entre la esfera y el extradós del cupulín de la torre, sino que se extiende hasta el intradós del mismo.

En las bases de ambas esferas se encontraron daños, sobre todo en la oriente, consistentes principalmente en degradación de la piedra exfoliada por el medio ambiente. También se observaron fracturas en la zona estrecha de la base, que motivaron el comienzo de los trabajos de rehabilitación, en especial en el lado oriente.

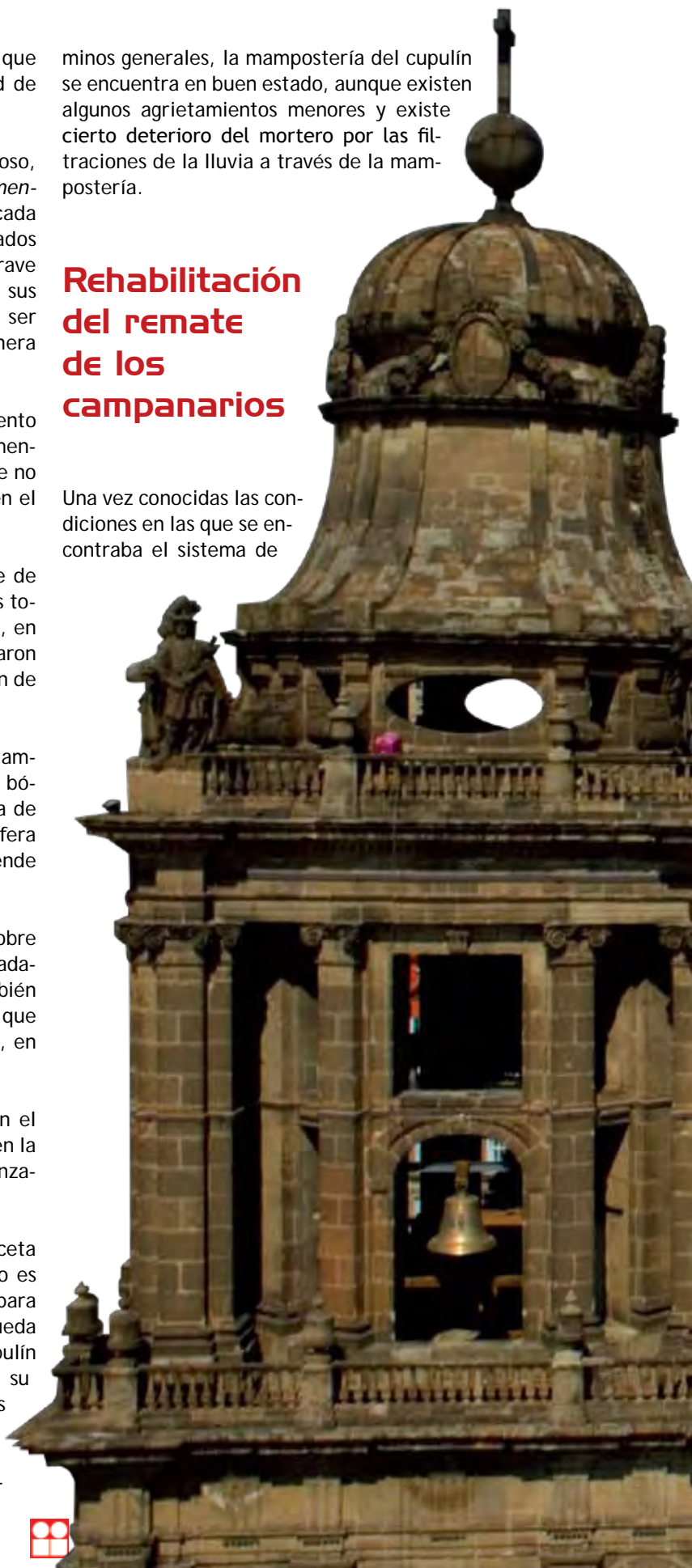
Es importante destacar que esta esfera no contaba con el sistema de refuerzo que Ortiz de Castro había colocado en la esfera de la torre poniente, lo que había causado un avanzado estado de deterioro.

En el hemisferio inferior de cada esfera existe una cruceta de cedro apoyada sobre un sillar de piedra. Su objetivo es formar una estructura interna en el hemisferio inferior para que se distribuya de manera uniforme la fuerza que pueda llegar a transmitirse de la esfera hacia el tensor. El cupulín es el remate de la torre que tiene forma de campana; su bóveda está resuelta mediante mampostería de piedras de tezontle aglutinadas con mortero de cal y arena. El intradós se encuentra recubierto por una capa de mortero y el extradós, por un chapeo de piedra. En tér-

minos generales, la mampostería del cupulín se encuentra en buen estado, aunque existen algunos agrietamientos menores y existe cierto deterioro del mortero por las filtraciones de la lluvia a través de la mampostería.

## Rehabilitación del remate de los campanarios

Una vez conocidas las condiciones en las que se encontraba el sistema de





- a) Cruz de piedra chiluca en el remate de la torre oriente.
- b) Esfera de piedra en el remate de la torre oriente.
- c) Remate de la torre oriente.

sujeción de las esferas, en particular la de la torre oriente, se procedió a un refuerzo provisional de las vigas ubicadas en el arranque del cupulín, mediante una viga de acero, para afianzar el tensor que las sujeta. La intervención se dividió en tres grandes partes: rehabilitación de la esfera, tratamiento del diafragma y rehabilitación del cupulín de la torre. Para realizar las maniobras de manera segura, se determinó

el peso de cada una de las piezas que habría que mover.

Es de admirar el trabajo excepcional del arquitecto Damián Ortiz de Castro, probado por el excelente comportamiento estructural de la construcción a lo largo de más de dos siglos, así como por la alta calidad de ejecución de la obra. La construcción no sólo ha tenido que sostener su propio peso,

sino que resistir una amplia historia de sismos y la acción de los severos movimientos impuestos por los hundimientos diferenciales del suelo sobre el que se encuentran desplantadas ambas torres.

Una de las principales aportaciones del arquitecto José Damián Ortiz de Castro fue el uso de elementos metálicos hábilmente integrados como refuerzo de grandes construcciones de mampostería y protegidos de la humedad, un recurso poco aprovechado por sus contemporáneos y por las siguientes generaciones. Aún en la actualidad y con los desarrollos de metales resistentes a la corrosión, el uso de elementos metálicos en la rehabilitación de edificios históricos es poco empleado y frecuentemente objetado por los restauradores.

En este proyecto participaron el doctor Roberto Meli y el ingeniero Roberto Sánchez, ambos de la Coordinación de Estructuras y Materiales del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

## OTRAS INTERVENCIONES DEL II UNAM

Tratamiento de la cruz	Dada la integridad con la que se encontró la cruz, sólo fue necesario limpiar todas sus caras y protegerlas mediante un producto hidrófugo.
Cruceta de madera	Esta pieza tuvo que ser remplazada en su totalidad por otra. La pieza nueva fue reforzada y se le integraron algunos detalles para lograr un mejor desempeño.
Rehabilitación del diafragma	Esta intervención consistió esencialmente en remplazar las dos vigas principales y unas cuantas tablas por otras nuevas.
Rehabilitación del cupulín	Por el intradós la mampostería fue consolidada y se restituyeron sus recubrimientos mediante mortero a base de cal y arena. Por el extradós, la superficie deteriorada de las piezas de piedra que recubren el capulín fue remplazada por otras similares, respetando las originales.
Restauración de elementos escultóricos	En la actualidad se han aprovechado los sistemas de andamiaje que atienden otros daños en la parte exterior de los campanarios, específicamente en las guirnaldas y otros elementos decorativos que se encuentran deteriorados. Para las esculturas sobre las torres, que tienen valor artístico, se ha sugerido trasladarlas a un museo de sitio e instalar en su lugar replicas de las mismas a fin de evitar que las originales continúen deteriorándose.







# Rodolfo Silva Casarín

POR VERÓNICA BENÍTEZ

DESDE LOS AZTECAS HEMOS VIVIDO DE ESPALDAS AL MAR. A PESAR DE QUE AHÍ HAY MUCHAS POSIBILIDADES DE DESARROLLO, NO HAY GRUPOS CON UNA TRADICIÓN LARGA EN EL TRATAMIENTO RELACIONADO CON NUESTROS OCÉANOS

*minante para que me interesara más en estos temas.*

*En realidad yo no tenía pensado estudiar ingeniería y*

*mucho menos hacer un posgrado, pero todo se fue dando de una manera casualística. Quería estudiar matemáticas o física pero pensaba que con esas carreras iba ser muy difícil ganarme la vida, así es que elegí la ingeniería civil porque tiene aplicación y puedes aportar beneficios a la sociedad.*

*Volviendo a cómo fue que hice un doctorado, puedo decirte que cuando empecé a trabajar tuve relación con el ingeniero Fernando Favela, quien me*

*impulsó a que hiciera una maestría, para lo que me inscribí en la de administración de empresas en la Universidad Chapultepec, ya que era la que me acomodaba por problemas de horario, dado que yo tenía estancias muy largas en Ixtapa. Lo que exigía esta maestría era que los estudiantes estuvieran involucrados con el sector productivo. Cuando la terminé me otorgaron un premio que daba el Ateneo Mexicano al mejor estudiante del país. Además me apoyaron para hacer estudios de posgrado en el extranjero, con libertad para elegir la universidad y el tema de investigación.*

*Escogí el tema de ingeniería oceanográfica (camino, canales y puertos), pensando que el agua tiene mucho que ver*

**M**e gusta caminar por las montañas, pero también me encanta el mar, y a este último decidí dedicar mi carrera profesional, porque conociendo los problemas del agua se puede avanzar mucho en el país. Cuando estaba haciendo el servicio social —nos comenta el doctor Silva Casarín— me invitaron a participar en proyectos de ingeniería de tipo turístico y costero en Huatulco, Acapulco, Cancún y algún otro lugar. Además, por ese entonces sucedió lo del Huracán Gilberto y eso fue deter-

con todo: en el tema de los energéticos, las centrales termoeléctricas dependen 50 % del agua marina; en el del petróleo, 70 % de estos recursos se extraen del mar; en cuanto al turismo, 60 % de él va a las zonas costeras, y en comercio, más de 80 % de las exportaciones mexicanas entran por los puertos. Mucha de la energía del océano se puede aprovechar y en cuanto al tema ambiental también hay muchos problemas por resolver en el mar.

Me uní a un grupo de investigación de la Universidad de Cantabria en Santander, España, donde terminé la maestría, y el profesor con el que trabajaba me dijo que con el impulso que tenía y con lo que me faltaba madurar si no seguía formándome sería "un peligro para la sociedad". Este profesor me invitó para que hiciera el doctorado con el grupo de Cantabria, que es uno de los más importantes en hidráulica marítima.

Durante mi estancia en España tenía como hobby hacer montañismo y salía con tres amigas (dos francesas y una alemana). Cuando ellas terminaron y se regresaron a sus países tuve que hacer nuevas amistades y una de ellas compartía el departamento con la que ahora es mi esposa. Empecé a salir con ella

a caminar en las montañas y después de dos años nos casamos, eso fue en el 93.

Al terminar el doctorado decidí venir a México. Tenía invitaciones para trabajar en Plymouth, Inglaterra y en la Universidad del Mar, en México. Opté por ésta última pero resultó que no estaba integrada como yo esperaba, sino más bien enfocada a la formación de gente para atender hotelería.

Como mi esposa estaba embarazada tenía que buscar pronto trabajo. Dentro de las opciones que se dieron visité el IMTA, que estaba saturado y, por tanto, había muy pocas posibilidades de contratación; entonces fui a CFE, ahí conocí al ingeniero Maza, quien inmediatamente me contrató, pero me recomendó que viniera al Instituto de Ingeniería. Con el primero que me entrevisté fue con Víctor Franco y él me comentó que la historia del II estaba muy lejos del área en que me había formado, pero al final de esta entrevista me encontré con Rafael Carmona y él me recomendó que hablara con Ramón Domínguez, que en ese entonces era subdirector. Al final entre Rafael Carmona y Ramón Domínguez me pidieron que dejara mis papeles que los iban a llevar al Consejo Interno, y de eso ya hace más de trece años.

A pesar de que ya ha pasado más de una década, somos muy pocos los que nos dedicamos a estos temas tanto en investigación como en la formación de recursos humanos. En el II IUNAM, sólo Paulo Salles, Edgar Méndez y yo. Si nos remitimos a otras universidades en México, vemos que hacen oceanografía física pero no ingeniería oceanográfica ni costera. Esto es reflejo de lo que sucede en toda América latina y es un problema cultural e histórico. Desde los aztecas hemos vivido de espaldas al mar. A pesar de que ahí hay muchas posibilidades de desarrollo, no hay grupos con una tradición larga en el tratamiento de los temas relacionados con los océanos.

Podemos decir que la participación del II en estos estudios es grande. A mí me gusta desarrollar la base de investigación fundamental, aplicada y la formación de recursos humanos. En lo personal, he preferido formar individuos que contratar empresas para el desarrollo de los proyectos y esto hace que la supervisión sea más intensa. Pero por otra parte contribuimos a que nuestros estudiantes no salgan con una formación de escritorio, con poco entrenamiento en un laboratorio. Deberíamos estar abocados a formar ingenieros que puedan entender un problema de manera global y priorizar los puntos con los que se puede optimizar el funcionamiento o resolver un problema, parte por parte, para que las cosas funcionen mejor.

Un buen ingeniero debe ser creativo, honesto, tener la capacidad de asimilar los problemas. Deberíamos tener asignaturas que les permitan a los estudiantes ver la aplicación y la parte fundamental. Estoy convencido de que en la Facultad de ingeniería se debería de formar un grado intermedio, es decir estudiantes que salieran como técnicos, como responsables de obra, especialistas en el área de hidráulica o en soldadura de tuberías.

Es importante formar recursos humanos que conozcan los problemas del agua: cómo podemos lograr su buena





utilización, cómo podemos transportarla, cómo usarla domésticamente, cómo se recupera y cómo se reutiliza. Cuidar el agua para que no se contamine en los ríos es un tema en que se ha profundizado poco.

Para la formación de estudiantes es necesario tener la infraestructura adecuada. En el Instituto, afortunadamente, tenemos en el Laboratorio el Canal de Oleaje (ver página 18) que está a la altura de los europeos y americanos; podemos decir que es el mejor en América Latina. Ésta es una de las razones por las que constantemente nos están invitando a participar en proyectos europeos. Tenemos una estructura dinámica en cuanto a la formación de recursos humanos, contamos con personas que vienen a hacer estancias de investigación, tenemos servicios sociales. Nuestro grupo no sólo trabaja con ingenieros civiles, trabajamos con gente de diferentes partes del mundo y diferentes especialidades, matemáticos, sociólogos, biólogos. Nuestro laboratorio está bien equipado, sin embargo nos falta contar con un estanque de oleaje.

Tenemos proyectos de investigación básica financiados por CONACYT y proyectos financiados por instituciones extranjeras, un ejemplo son los trabajos para la armada de EUA.

A diferencia de otras universidades, la UNAM es un lugar clave donde es fácil acercarse a quienes toman decisiones. Sin embargo, el Instituto se va haciendo cada vez más viejo. Debemos preocuparnos por no perder el prestigio ganado, la redistribución de los recursos materiales y humanos (como técnicos académicos y becarios) deben resolverse equitativamente, porque hay investigadores que cuentan con el apoyo de muchos técnicos y otros que no tienen ningún apoyo.

En el II se trabaja más bien con relaciones personales, es decir el investigador se da a conocer con su trabajo y es entonces cuando lo buscan para atender problemas relacionados con su tema; sin embargo, difícilmente alguien que



no te conoce acude a la UNAM. De ahí la importancia de divulgar nuestro trabajo, impulsar la participación en congresos, coloquios y seminarios con otras universidades, para que venga y vaya gente. Es algo curioso cómo, después de los congresos, se despierta interés en investigadores o estudiantes del extranjero por conocer el trabajo que aquí se desarrolla.

Estoy muy contento de pertenecer al II y es que de hecho casi toda mi familia se ha dedicado a la docencia. Muchos han tenido como primera carrera la de maestros normalistas; de alguna manera el que mi familia haya estado en contacto con alumnos probablemente influyó para que me interesara la docencia. Mi papá fue la excepción pues estudió para contador público.

En cuanto a mi familia estoy casado con una inglesa que estudió una licenciatura en textiles, le gusta el arte y la moda. Sin embargo, cuando nos venimos a México

se convirtió en examinadora para gente que estudia o enseña inglés, exámenes tipo Toefl. Hoy día, es más un apoyo familiar, ya no trabaja, pero lee y revisa casi todo lo que yo escribo.

Mi esposa es muy ordenada y directa. Cuando se compromete a algo lo hace, cuando piensa algo lo dice. Digamos que, para los mexicanos, a veces es poco política; ella sólo asume las responsabilidades que va a poder cumplir y eso es una ventaja.

Tengo dos hijas, de 12 y 10 años. La mayor es muy dedicada, lee muchísimo igual que la mamá, le gusta soñar, pero no es tan ordenada. La pequeña es muy práctica, un diablo; tiene que estar haciendo algo todo el tiempo, es hasta brillante y no se complica la vida.

Cuando tengo tiempo, me gusta conocer sitios arqueológicos y las artesanías de los lugares, además también me encanta convivir con mis amigos.

## Nuevo nombramiento Secretario Técnico

A partir del 1 de enero, el arquitecto Aurelio López Espíndola se hará cargo de la Secretaría Técnica en sustitución del ingeniero Victor Manuel Martínez.

Aurelio López cuenta con experiencia institucional al frente de los Talleres de Conservación de la Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM, fue Coordinador de Infraestructura Municipal, Proyectos y Operación de Programa de Control Ecológico, en Mexicana de Aviación estuvo a cargo del mantenimiento preventivo y predictivo en inmuebles e instalaciones en Torre, Aeropuerto, Oficina de Ventas, etc. También en la UNAM ha trabajado en la construcción de aulas en el Instituto Ecología, la remodelación del 2° piso de la Facultad de Odontología, y en el Castillo de Chapultepec



en el mantenimiento preventivo y correctivo especializado arquitectónico y de instalaciones, entre otros cargos.

Agradecemos a Victor Martínez su colaboración y apoyo durante el tiempo en que se desempeñó al frente de la Secretaría Técnica.

## Café académico

El pasado 8 de enero se llevó a cabo el café académico en el primer piso de la Torre de Ingeniería. Adalberto Noyola, director del II UNAM, expresó sus deseos de año nuevo y dijo que a pesar de que 2009 parece ser un año difícil, confía en



que podamos sortear los retos que presente gracias a nuestro trabajo. La política nacional está basada en la inversión en infraestructura y esto nos favorece.

*Podemos ser optimistas en este sentido: en 2008 superamos los ingresos extraordinarios del año anterior y una buena parte de estos ingresos se va a aprovechar en equipamiento e infraestructura.*

Por otra parte, aprovechó para invitarnos a participar en los doce proyectos del Plan de Desarrollo para que el Consejo Interno los pueda analizar a fin de que se puedan poner en práctica.

Finalmente invitó a los asistentes a estar comprometidos con su trabajo a fin de que el Instituto de Ingeniería sea cada vez mejor, incrementando nuestras capacidades. *México necesita un mejor instituto de ingeniería y juntos podemos lograrlo, —finalizó—.*

## Nueva Comisión Dictaminadora

El día 26 de noviembre de 2008, el Consejo Académico de Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías ratificó a la nueva Comisión Dictaminadora del personal académico del Instituto, la cual quedó conformada de la siguiente manera:

NOMBRE	CARGO
Dr Gustavo Viniestra González	Coordinación de Vinculación Académica, División de Ciencias Básicas, UAM- Iztapalapa
Dr Jesús Álvarez Calderón	División de Ciencias Básicas, UAM Iztapalapa
Dr Enrique A Tamez González	Consultor independiente
Dr Octavio Manero Brito	Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM
Dr Gerardo R Espinosa Pérez	División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM
Dra Blanca E Jiménez Cisneros	Instituto de Ingeniería, UNAM







Lunes 5 de enero de 2009

## En puerta, campaña para concientizar sobre la necesidad de separar ...

- Instalan en avenidas y parques principales contenedores para orgánicos e inorgánicos
- Buscan autoridades amparo para demorar 11 meses y medio el cierre del Bordo Poniente

Laura Gómez Flores

El Gobierno del Distrito Federal informó que ya se inició la colocación de botes de basura orgánica e inorgánica en Reforma, Tlalpan e Insurgentes, así como en los parques España, México y de Los Venados, como parte de la campaña de separación de residuos, donde se está a la espera de los programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos de las delegaciones.

El director técnico de la Dirección General de Servicios Urbanos, José Sánchez Espinosa, señaló que la Secretaría de Medio Ambiente iniciará una amplia campaña de información para concientizar a las personas sobre la separación correcta de residuos sólidos en la capital y evitar la multa de 500 hasta un millón de pesos que estipula el Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos que entró en vigor el viernes 2 de enero, pues la norma está vigente desde hace cinco años, por lo que a partir de junio, quienes no cumplan con esta disposición se harán acreedores a una sanción.

El personal de limpia ya está en proceso de capacitación por parte de las delegaciones, mientras el personal de la dependencia se encargará de la inspección y vigilancia en las calles, para evitar que se tire la basura en la vía pública o se creen tiraderos clandestinos, dijo su titular, Martha Delgado, tras señalar que de los 2 mil 200 camiones recolectores de basura con los que se cuenta en la ciudad, 180 ya cuentan con bicompartimientos y poco a poco se irán modernizando y adquiriendo más unidades.

El Bordo Poniente es el segundo depósito de desechos más grande del mundo, después del de Nueva York, y el más auditado, por lo que cumple con todas las especificaciones y medidas emitidas por institutos reconocidos en la materia, como son el Instituto de Ingeniería de la UNAM, la Universidad Autónoma Metropolitana de Xochimilco y grupos ambientalistas, entre otros

Nota completa: <http://www.jornada.unam.mx/2009/01/05/index.php?section=capital&article=032n1cap>



EL UNIVERSAL  
.com.mx

Viernes 26 de diciembre de 2008

## Causa paso de ciclones pérdidas por unos 10 mmdp

Debido a que los ciclones afectan carreteras, puentes, viviendas, sistemas de agua y alcantarillado, áreas de cultivo y ganado, produce pérdidas anuales de 10 mil 151 millones de pesos

El paso de los ciclones en el país deja pérdidas anuales por más de 10 mil 151 millones de pesos, pues afectan carreteras, puentes, viviendas, sistemas de agua y alcantarillado, y áreas de cultivo y ganado, entre otros.

Neftalí Rodríguez Cuevas, del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), indicó que Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Coahuila, Durango, Tamaulipas, Baja California, Veracruz, Jalisco, Yucatán y Quintana Roo, son los más afectados por el paso de ciclones, pues funcionan como "imanes" para atraerlos.

Destacó en ese sentido la importancia del "túnel de viento" del Instituto de Ingeniería de la UNAM, que ha contribuido a mejorar el conocimiento de la interacción viento-estructura, la aplicación de ese conocimiento en proyectos y diseños de obras en México y propiciado construcciones seguras ante la acción de las corrientes.

Explicó que ese tipo de herramienta, la más grande de América Latina, es de gran utilidad para entender los efectos del aire sobre las construcciones y además permite hacer experimentos controlados para analizar el flujo del mismo.

Rodríguez Cuevas detalló que se trata de un instrumento de investigación, auxiliar en el estudio de los efectos de las corrientes alrededor de objetos sólidos, pues se simulan las condiciones experimentadas por el cuerpo en situación real.

El primer "túnel de viento" en México se creó en 1967 y el segundo a mediados de los años ochenta.

En el aparato, explicó el investigador, el objeto permanece estacionario mientras se fuerza el paso de aire o gas alrededor de él; se utiliza para analizar sus efectos en aviones, naves espaciales, misiles, automóviles, edificios, o puentes.

Nota completa: <http://www.eluniversal.com.mx/notas/565126.html>



## El Sol de Hidalgo

Miércoles 28 de diciembre de 2008

### Utilizan túnel de viento para mejorar resistencia de las construcciones al aire

Pachuca, Hidalgo. México pierde 10 mil 151 millones de pesos por la acción del aire, fenómeno, que afecta carreteras, puentes, viviendas sistemas de agua y alcantarillado, áreas de cultivo y ganado, entre otros renglones económicos, afirma Neftalí Rodríguez Cuevas, profesor emérito de la UNAM. Los huracanes son los fenómenos meteorológicos más visibles de los efectos del viento y México es altamente vulnerable a sus efectos, principalmente los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Coahuila, Durango, Tamaulipas, Baja California, Veracruz, Jalisco, Yucatán y Quinta Roo, donde se requieren construcciones seguras y resistentes a la acción del aire.

Para modelos y nuevos materiales, el Instituto de Ingeniería de la UNAM cuenta con el túnel de viento más grande de América Latina, un artefacto que simula las condiciones, experimentadas por las edificaciones en situaciones reales y permite la realización de proyectos y diseño con la mayor seguridad posible en México.

El doctor en ingeniería Neftalí Rodríguez, informó que son 2 los túneles de viento que funcionan en esa casa de estudios, el primero se creó en 1967 y el segundo, a mediados de los años ochenta.

Nota completa: <http://www.oem.com.mx/elsoldehidalgo/notas/n985689.htm>



Jueves 08 de enero de 2009

### Reanudan reparación del Drenaje Profundo

El jefe de Gobierno dijo que la ciudad estará segura durante la temporada de lluvias 2009, pues los trabajos concluirán

las primeras semanas de abril con una inversión de 576 millones de pesos.

México. Marcelo Ebrard, jefe de Gobierno del Distrito Federal, puso en marcha los trabajos de la segunda etapa de mantenimiento del emisor central del Drenaje Profundo en la lumbrera cero, ubicada en la colonia Acueducto de Guadalupe, delegación Gustavo A. Madero, a 50 metros de profundidad.

Ebrard garantizó que la Ciudad de México estará segura durante la época de lluvias de 2009, pues se espera que los trabajos concluyan la primera semana de abril.

Indicó que la inversión asciende a 576 millones 500 mil pesos y las labores consisten en la reparación de la parte inferior del emisor, lo que se llama cubeta. Además, se rehabilitará la parte superior y las paredes laterales de los interceptores oriente y central.

Participarán 450 equipos de trabajo, entre maquinaria ligera y pesada, con una longitud total a reparar de 11.7 kilómetros. Se estima que las labores estarán a cargo de más de mil 50 personas.

Para descender al emisor, Ebrard, el director general del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, Ramón Aguirre; el secretario de Agua y Obra Pública del Estado de México, David Korenfeld; el secretario de Obras y Servicios del DF, Jorge Arganis, y el investigador del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Roberto Meli, se pusieron un overol de polietileno, casco y mascarilla, debido al fuerte olor.

A bordo de un vehículo unimog, el mandatario local supervisó 1.5 kilómetros del tubo, desde la lumbrera uno a la 13, esta última ubicada en avenida Cien Metros y Calle 13, colonia Progreso Nacional, delegación Gustavo A. Madero.

Nota completa: <http://www.milenio.com/node/134745>



Jueves 31 de diciembre del 2008

### Realizan simulaciones de temblores en busca de materiales de construcción más resistentes

Científicos estadounidenses y mexicanos realizan por separado simulaciones de temblores con la finalidad de encontrar





materiales de construcción más resistentes en ciudades con alto riesgo sísmico.

En la Universidad de Nevada, fue replicado un terremoto que azotó California en 1994, que causó la muerte de 72 personas y dejó severamente deteriorada la infraestructura de Los Angeles.

Con este experimento, los científicos encontraron que una aleación elástica de níquel y titanio podría ser una alternativa para hacer más resistentes los puentes.

Saiid Saiidi, ingeniero de la Universidad de Nevada, dijo: "el siguiente paso es aplicar este material a puentes reales, quizá en California. He hablado con los ingenieros de allá y una vez que logremos averiguar cómo se comportan estos materiales en laboratorio, podremos trasladarlos a campo y aplicarlos en un puente real.

En México, el Instituto de Ingeniería de la UNAM, se ha dado a la tarea de realizar estas simulaciones sísmicas con una mesa vibradora, que funciona con ayuda de 8 gatos hidráulicos, bombas de pistón y una computadora para procesar los datos.

La tecnología ha servido para evaluar la vulnerabilidad de las instalaciones eléctricas, ductos de gas y soporte de las construcciones.

Eduardo Reynoso, investigador del Instituto de Ingeniería de la UNAM, expresó: "corremos, así le llamamos, correr, diferentes sismos que se han presentado en el mundo, no sólo los mexicanos, también nos interesa correr sismos californianos, japoneses, etcétera y con eso podemos estudiar una amplísima gama de posibilidades".

Nota completa: [http://oncetv-ipn.net/noticias/index.php?modulo=despliegue&dt\\_fecha=2008-12-31&numnota=27](http://oncetv-ipn.net/noticias/index.php?modulo=despliegue&dt_fecha=2008-12-31&numnota=27)



## Opera el CNAR, pese a retrasos. Aún faltan varios trabajos a dos años de inaugurado

Adrián Basilio

Ciudad de México (ENERO 2009).- El Centro Nacional de Desarrollo de Talentos y Alto Rendimiento (CNAR) opera sin

mayores problemas e incluso ha sido sede para selectivos nacionales juveniles y de primera fuerza.

Sin embargo, a dos años de su inauguración, que se cumplen hoy, la alberca no ha sido entregada formalmente a la Conade por el Instituto Nacional para la Infraestructura Física Educativa (Inifed), antes CAPFCE, debido al desnivel que aún presenta. La Conade deberá esperar por lo menos hasta abril próximo para completar la entrega-recepción.

Desde entonces se empezaron los trabajos de revisión y estudios de suelo, primero a cargo de una empresa privada y posteriormente por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, pero debido a la complejidad de la obra, al construirse en un terreno fangoso y a los trámites burocráticos, la entrega de esta instalación se ha demorado.

Nota completa: <http://www.reforma.com/>



Enero 6th, 2009 by admin | Filed in Ingeniería

## Polímeros biodegradables

En el mercado existen distintos tipos de polímeros biodegradables; sin embargo, tienen un alto costo por los procesos utilizados en su elaboración.

En busca de una alternativa económica, el doctor Alejandro Vargas, del Instituto de Ingeniería-UNAM, está produciendo polímeros biodegradables o polihidroxiatcanoatos (PHA), utilizando "cultivos mixtos -consorcios de microorganismos- que los producen a partir de una fuente de carbono abundante: las aguas residuales".

Para su obtención, "los microorganismos, confinados en biorreactores, son mantenidos en condiciones de estrés, alternando periodos de ayuno con abundancia de alimento y, como mecanismo de adaptación producen y almacenan el polímero".

Por el momento, él y su equipo trabajan en un "modelo matemático que describa este proceso para proponer estrategias de control que permitan aumentar la producción del polímero biodegradable".



# El Canal de Oleaje del Laboratorio de Costas y Puertos

POR VERÓNICA BENÍTEZ



Dr. Rodolfo Silva y becarios del Instituto de Ingeniería

Desde abril de 2004, el Laboratorio de Costas y Puertos del II UNAM cuenta con un Canal de Oleaje para validar modelos numéricos y explicar fenómenos marinos en condiciones controladas, así como para hacer modelado a escala de problemas reales. El objetivo esencial del Canal es apoyar la docencia y la investigación fundamental.

La instalación de este canal fue posible gracias a las aportaciones de los remanentes de proyectos patrocinados a través de CONACyT y DEGAPA al II UNAM.

El canal tiene 37 m de largo por 80 cm de ancho y 120 centímetros de alto; sus tres costados y el fondo están contruidos de lámina de acero inoxidable y el lado restante tiene 30 m de vidrio, con acero inoxidable en los extremos. El canal es soportado por una estructura de tubular de acero PTR, que llega hasta 80cm de altura sobre el nivel del piso.

El equipo de generación fue adquirido en la empresa HR Wallingford, del Reino Unido, y puede generar tanto oleaje controlado (regular) que siempre tendrá la misma altura de ola, como oleaje aleatorio (irregular) que es el que resulta más cercano a la realidad. El generador es de tipo pistón y consiste en una placa de acero sostenida por un riel horizontal, que se mueve hacia delante y hacia atrás. Dicho riel está suspendido a su vez en una estructura fija posicionada a los costados de las paredes del canal. Lo que permite que los elementos de precisión estén a una altura suficiente y no corran el riesgo de mojarse.

El Canal cuenta con el siguiente equipamiento:

- sistema de absorción de reflexiones en la pala
- velocímetro acústico doppler
- velocímetro por trazado de partículas

- sensores de presión
- sistema de video grabación
- sistema de bombeo para generar oleaje corriente.

Con este equipo ha sido posible brindar asesoría a empresas e instituciones nacionales e internacionales, principalmente sobre: estabilidad de estructuras, hidrodinámica asociada a la presencia de estructuras, interacción oleaje-corriente y transporte de sedimentos.

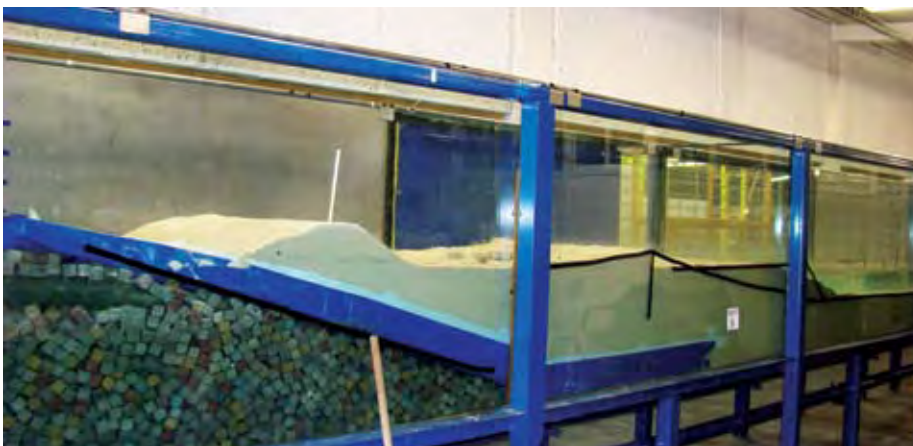
El doctor Rodolfo Silva Casarín es el responsable del Laboratorio de Costas y Puertos del II UNAM, y encabeza el grupo integrado por Georges Govaere y Edgar Mendoza; este último es el operador del canal.

Las investigaciones más importantes que se han realizado en este Laboratorio son:

Modelación a escala del comportamiento de un relleno artificial y asesorías para la rehabilitación de las playas de Cancún, Quintana Roo (financiados por CFE e II-UNAM, 2008).

Utilización de pastos marinos como trazadores de calidad en sistemas hidrodinámicos complejos (financiado por CONACyT, dentro del programa de Ciencia Básica, e II UNAM, 2008).

Estabilización y recuperación de playa frente al desarrollo KANAI, Riviera Maya, México (financiado por Promotora Maroma, 2005, e II UNAM, 2008).





Análisis del inicio de arrastre en playas con equipo acústico (apoyado por DGAPA, dentro del programa PAPIIT, e II UNAM, 2008).

Opinión Técnica sobre el Accidente de la Plataforma Usumacinta de Petróleos Mexicanos (PEMEX) con la estructura Kab 101 (financiado por PGR e II UNAM, 2008).



Apoyo técnico para la generación de un arrecife artificial que sirva de refugio y alimento a especies, para regenerar la playa de la zona costera afectada por el huracán Dean y como defensa natural, en la zona marina adyacente al proyecto "Hotel NH Puerto Morelos", en las cercanías del parque nacional arrecife de Puerto Morelos (Promociones Marina Morelos, SA de CV, e II UNAM, 2008).

Evaluación de alternativas para la recuperación de playas en la zona norte de Quintana Roo (financiado por CONACYT, Fondos Mixtos CONACYT-QROO e II UNAM, 2007).

Ensayos de geotubo en el canal de oleaje del II UNAM (financiado por Geomembranas y Geosintéticos, SA de CV, e II UNAM, 2006).

Estudio de alternativas estructurales de protección costera (apoyada por DGAPA, dentro del programa PAPIIT, II UNAM, 2005).

# Invitación para colaborar con la Gaceta del ii

La *Gaceta del ii* se ha publicado desde hace tres años como un esfuerzo permanente de información, y se ha consolidado ya, principalmente, como uno de los mejores medios de comunicación interna que tenemos; aunque por suerte también nos leen más allá del Instituto, pues así fue concebida originalmente, y esto nos permite ser un excelente vínculo no sólo con toda la comunidad universitaria sino también con dependencias externas a la UNAM. Queremos mejorar, renovar y ampliar el contenido de nuestra *Gaceta* ayudados por todo el personal que aquí labora o estudia, es decir, ayudados por todos ustedes.

Solicitamos su participación para publicar más invitaciones a eventos académicos como congresos, *simposia*, conferencias, cursos, charlas o cualquier información que sea de interés para la comunidad del II. De esta manera, buscamos lograr una comunicación mucho más eficiente entre nosotros. Les recordamos los lineamientos, que son muy sencillos:

- La *Gaceta del ii* se publica los días 25. La información que nos envíen



debe llegar entre los días 26 de un mes y 10 del siguiente si es que solicitan que sea publicada en la edición inmediata posterior.

- La extensión de la información escrita no debe ser mayor de una cuartilla. Sólo en el caso de la sección Impacto de Proyectos la información puede tener hasta tres cuartilla. De preferencia, todo el material que se publique deberá incluir información gráfica en jpg o tiff a 300 dpi o en algún programa de edición de vectores como Corel Draw o Illustrator.
- En caso de ser necesario, personal de la *Gaceta del ii* se encargará de cubrir la nota y tomará las fotografías.

La información debe enviarse a los correos [vbe@pumas.ii.unam.mx](mailto:vbe@pumas.ii.unam.mx) y [jposadac@ii.unam.mx](mailto:jposadac@ii.unam.mx) o avisar a los teléfonos 5623 3600 ext. 8112 y 5623 3616 ó 15.

Esperamos también cualquier tipo de comentarios respecto a la *Gaceta del ii*, no sólo sobre lo que aquí externamos.

¡Esperamos sus colaboraciones!

Muchas gracias.

Verónica Benitez  
Editora de la *Gaceta del ii*.



# MESA REDONDA

CONTROL PARA LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE  
LAS EDIFICACIONES DEL DISTRITO FEDERAL

FUNCIONES, OBLIGACIONES, RESPONSABILIDADES  
Y MARCO LEGAL DE LOS DRO Y CSE

EXPOSITORES:

- DR. RENATO BERRÓN RUÍZ (G.D.F.)
- LIC. IRAK LÓPEZ DÁVILA (G.D.F.)
- DR. LUIS ESTEVA MARABOTO (C.S.E.)
- ING. FRANCISCO GARCÍA JARQUE (SMIE)



MARTES 27 DE ENERO 2009  
18:00 HORAS  
AUDITORIO EMILIO ROSENBLUETH  
DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM.



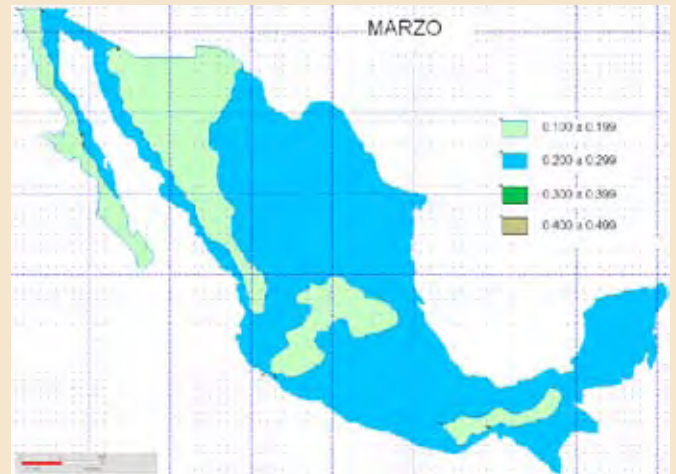
El pasado 6 de noviembre, Iván Oropeza Pérez obtuvo el grado de maestro en ingeniería (energía), con la tesis *Potencial estimado para el aprovechamiento de la ventilación natural para la climatización de edificios en México*, dirigida por el doctor David Morillón Gálvez, investigador de la Coordinación de Mecánica y Energía.

La tesis discute cuáles son las perspectivas de aplicación de la ventilación natural como un método de climatización pasiva, es decir, sin utilizar sistemas mecánicos de aire acondicionado, para alcanzar una temperatura adecuada de confort dentro de las edificaciones en México.

A partir del modelo de análisis de eficiencia energética en los edificios propuesto por Lamberts (2006), éste se adapta para determinar el valor de los factores de ahorro para las 43 principales ciudades de la República Mexicana en los doce meses del año, los cuales al ser multiplicados por el consumo de energía eléctrica de aire acondicionado dan el ahorro de electricidad posible. Y a partir de esto se construye un sistema de mapas para tener una visualización más clara del ahorro por utilizar la ventilación natural en todo el territorio mexicano.

Por último, se calculan los alcances de ahorro energético, económico y ambiental por la inclusión de este sistema de climatización que se pudieron haber tenido para el año 2006

en la República Mexicana. Así, se encuentra que pudieron existir ahorros energéticos de 2479.33 GWh, un ahorro económico de \$19151 millones de pesos y una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> de 1.2 millones de toneladas; sin lugar a dudas, esta tesis es un instrumento para definir programas para el ahorro de energía y base para elaborar la normatividad para el aprovechamiento de la ventilación natural en México.



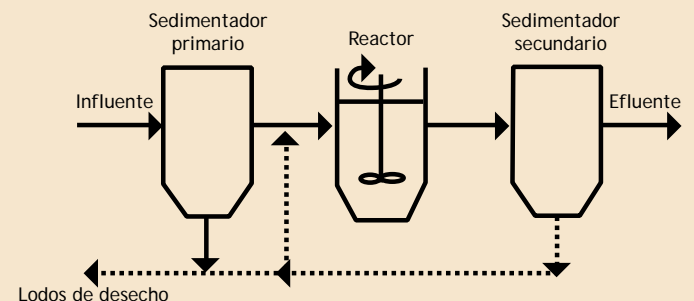
Mapa del potencial de ahorro por ventilación natural para el mes de marzo

El pasado 20 de noviembre Antonio Miguel Ángel Caracheo Mora, becario de la Coordinación de Ingeniería de Sistemas del Instituto, obtuvo el grado de maestro en ingeniería (ingeniería industrial) con la tesis *Metodología de evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales*, dirigida por la doctora Hérica Sánchez Larios.

El objetivo de esta tesis es proponer una metodología de evaluación de proyectos de tratamiento de aguas residuales municipales. La metodología propuesta consta de las siguientes etapas: a) identificar los problemas derivados de la contaminación del agua; b) realizar un estudio técnico del cual se obtengan las necesidades de inversión, los costos de inversión y mantenimiento esperados, y la eficiencia con la que se espera operará la planta de tratamiento; c) realizar un estudio de mercado del cual se obtenga la demanda del agua regenerada y la capacidad de pago de los posibles clientes, consumidores y usuarios; d) llevar a cabo una evaluación económica con el objetivo de determinar la rentabilidad del proyecto con base en la comparación de los beneficios económicos y la inversión realizada en función del tiempo; e) realizar un análisis financiero con el fin de apreciar la capacidad del proyecto para afrontar los compromisos asumidos

para su financiamiento y remunerar el capital aportado por el gobierno o agencia ejecutora.

La metodología se aplicó a un caso de estudio en un municipio del estado de Guerrero, donde la problemática incluye la falta de agua potable y la falta de saneamiento de las aguas residuales. El estudio incluye el diseño preliminar de una planta de tratamiento de aguas residuales hasta darle un tratamiento terciario.



Configuración del sistema

El pasado 5 de diciembre, Luis Alfredo Macías Vilchis obtuvo el grado de maestro en ingeniería (sistemas-industrial) con la tesis *Análisis de las rutas de distribución de gasolinas en el Distrito Federal*, dirigida por la doctora Angélica del Rocío Lozano Cuevas, investigadora del laboratorio de transporte y sistemas territoriales.

El objetivo de este trabajo fue determinar rutas alternas para el transporte de gasolinas en el Distrito Federal que

reduzcan la población expuesta y además consideren los costos de transporte, para que en caso de que ocurra un accidente, se afecte a la menor población posible. La distribución de gasolina es analizada mediante la adaptación de un modelo para el problema de rutas de vehículos y el uso de un Sistema de Información Geográfica para Transporte. Se simularon las rutas actuales de distribución y se presentaron dos nuevas propuestas. La primera determinó el conjunto de rutas que minimizan tanto como sea posible la población expuesta, mientras que la segunda definió el conjunto de rutas que minimizan una ponderación entre la población expuesta y la distancia recorrida.

Los resultados mostrados en este estudio proporcionan alternativas para la planeación tradicional de rutas de transporte de gasolinas; ambas propuestas demostraron que sí es posible reducir la población expuesta en el transporte de gasolinas mediante rutas alternas, incluso en grandes zonas urbanas como la Ciudad de México.



**IWA** | 1st IWA Development Congress

**MÉXICO**  
6-9 September 2009

[www.iwa2009mexico.org](http://www.iwa2009mexico.org)

Organizers: **IWA** International Water Association

In partnership with: **IUCN**

Supporting organizations: **CONAGUA**, **Ciudad de México**, **Secretaría del Medio Ambiente**

Official publication: **water21**

**1st IWA Development Congress**  
6-9 September 2009  
Mexico City, Mexico

Communities and water professionals in developing countries are facing unprecedented challenges in the delivery of safe, clean drinking water and sanitation services. As the global force in providing these services, IWA members are contributing daily to improving the lives of billions of people. The 1st IWA Development Congress, to be held in Mexico City in September 2009 will establish a global practice base that can be used and built upon by communities and water professionals in addressing the common challenges they face. If you are interested in challenging old orthodoxies, thinking innovatively and building change that lasts, be sure to diarise this event and start planning now to join us in Mexico City.



El acento puede definirse como la prominencia acústica de una sílaba en contraste con las que la rodean. Articulatoriamente es un incremento de la frecuencia de vibración de las cuerdas vocales y de la fuerza y el tiempo de salida del aire.<sup>1</sup>

## Un poco más sobre acentuación

Hay lenguas de acento libre, como el español, catalán, italiano, inglés, alemán, griego, en las que el acento puede recaer en cualquier sílaba de una palabra. En otras, como el francés, checo, náhuatl o polaco, el acento recae siempre en la misma posición: la última sílaba de cada palabra en francés, la penúltima en polaco y náhuatl, o la primera en checo.

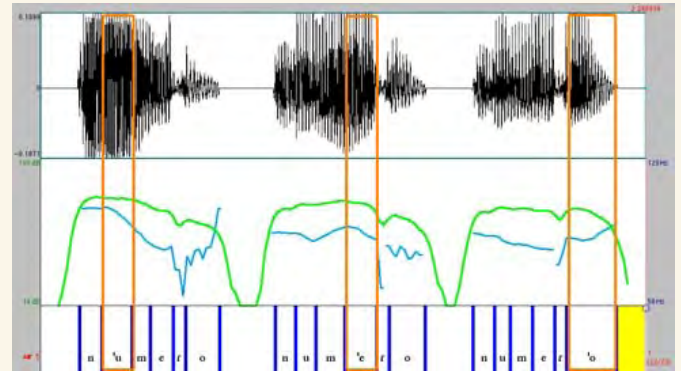
En el primer tipo de lenguas el acento puede hacer contraste entre palabras, y tener un valor léxico; en el segundo, su función es demarcativa, ya que señala las fronteras entre las palabras.

En español, por ejemplo, *número*, *numero* y *numeró* —cuyos sonidos están representados en la figura<sup>2</sup>— tienen un significado bastante diferente según la sílaba en que caiga el acento: *número* es símbolo para expresar cantidades; *numero* y *numeró* son dos formas del verbo numerar, una de primera persona en presente y la otra de tercera persona en pasado. Lo importante es que sólo por el acento distinguimos cada uno de los significados. Casi lo mismo sucede con el acento diacrítico —ése que se escribe para distinguir significados en palabras que se pronuncian igual—, como ilustran las frases: *El vino de Jerez/Él vino de Jerez*, *No se nada en el colegio /No sé nada en el colegio*, *No sabía que estudiaba/No sabía qué estudiaba*.

## En nombres propios

En los nombres y apellidos, a veces manda más el gusto personal o la determinación accidental que las reglas ortográficas. Así hay nombres o apellidos como *Eliseo*, *Herica*, *Rufz*, *Suarez*, en los que parece que no se hubieran escrito bien los acentos; sin embargo, si así están asentados en las correspondientes actas de nacimiento, así deben seguir, a menos que se legalice su corrección. Por eso antes de corregir en un texto los nombres es aconsejable consultar a sus propietarios.

En los nombres de lugares a veces una diferencia de acento indica una diferencia geográfica: Antioquía es una ciudad de Turquía, pero Antioquia es un departamento y ciudad de Colombia<sup>3</sup>.



Oscilograma, curva melódica (azul) e intensidad (verde) de las palabras *número*, *numero* y *numeró*<sup>2</sup>

## Palabras con acentuación diferente pero mismo significado

Algunas palabras pueden escribirse con o sin tilde. El Dicc de la Academia de la Lengua presenta las dos formas, pero incluye la definición en la que considera preferible o la menciona primero: alvéolo/alveolo, amoníaco/amoníaco, austríaco/austriaco, azalea/**azálea**, celtíbero/celtibero, chasis/**chasis**, electrólisis/electrolisis, electrolito/electrólito, élite/elite, endocrino/**endócrino**, icono/ícono, ion/íon, litosfera/litósfera, omópato/omopato, pabulo/pábulo, paradisiaco/paradisiaco, paraplejía/paraplejía, período/periodo, policíaco/policiaco, policromo/policromo, polígloto, ta/poligloto,ta, saxófono/saxofón, vídeo/video,...Las palabras en negritas corresponden a la pronunciación en México.

## Cómo acentuar las palabras compuestas

Las palabras **sin guion** entre sus elementos se pronuncian con un único acento sobre la sílaba tónica del último formante, que es la que se toma en cuenta para escribir o no el acento, según las reglas generales, así: dieciséis, tragicómica, baloncesto, fisicoquímica,... Cuando están unidas **con guion** se acentúan cada una por separado: físico-química, teórico-práctico,...

❄ Por lo pronto, acentúo mi sincero deseo de que la buena salud, las satisfacciones, los retos resueltos y la alegría abunden para todos en 2009.

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

<sup>1</sup>Joaquim Llisteri, Universitat Autònoma de Barcelona. [http://liceu.uab.cat/~joaquim/phonetics/fon\\_prosod/suprasegmentales\\_acento.html](http://liceu.uab.cat/~joaquim/phonetics/fon_prosod/suprasegmentales_acento.html)  
Última modificación: 28/07/08.

<sup>2</sup>Ibidem

<sup>3</sup>Agradezco éste y algunos otros ejemplos al ingeniero Santiago Loera, cuidadoso observador de las minucias del lenguaje.



# X SIMPOSIO

¿Por qué fallan los  
Sistemas Estructurales?



Enero 30 y 31 de 2009



Toluca, Estado de México

Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de México

Av. Libertad 203, Santiago Tlaxomulco  
52-722-2720060



## OBJETIVO

Resaltar las fallas de diferentes sistemas estructurales, para entender los procesos que llevaron a estas condiciones y evitar en el futuro dichos problemas.

## EXPOSITORES

Alberto Patrón Solares  
Arturo Tena Colunga  
B.F. Spencer  
Daniel Reséndiz Núñez  
David de León Escobedo  
Enrique Mena Sandoval  
Gabriel Auvinet Guichard  
Gustavo Ayala Millán  
Roberto Meli Piralla  
Sergio M Alcocer Martínez de Castro

## INFORMES E INSCRIPCIONES

At'n Fernando Heredia  
Tel: 52-55-56658377  
Fax: 52-55-56061314  
Email: [smis@smis.org.mx](mailto:smis@smis.org.mx)



Sociedad  
Mexicana  
de Ingeniería  
Sísmica



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)