

**EDITORIAL: PLANEACIÓN EN LAS COORDINACIONES  
Y EVALUACIÓN ACADÉMICA ANUAL**

**IMPACTO DE PROYECTOS: VULNERABILIDAD Y  
PELIGRO EN LAS COSTAS MEXICANAS**

**MEDALLA *LUIS ESTEVA* A  
FRANCISCO JOSÉ SÁNCHEZ SESMA**

## Entrevista a Jorge de Victorica Almeida

Portada: Fachada del Edificio 6 del Instituto de Ingeniería, UNAM.

Visita [www.ii.unam.mx](http://www.ii.unam.mx)



YouTube

facebook

EDITORIAL 2 • PREMIOS Y DISTINCIONES 3 • NOTICIAS Y ACONTECIMIENTOS ACADÉMICOS 4 •  
ENTREVISTA 12 • REPORTAJES DE INTERÉS 14 • REDACCIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA 23 •



## PLANEACIÓN EN LAS COORDINACIONES Y EVALUACIÓN ACADÉMICA ANUAL.

El proceso de planeación en las Coordinaciones de nuestro Instituto está por concluir. Los grupos han trabajado, con diverso grado de avance e involucramiento, en la preparación de los elementos de planeación que conforman la ficha que para tal efecto preparó la Secretaría de Planeación y Desarrollo Académico (SPADA), la cual fue presentada en las reuniones con las Coordinaciones en pleno, entre mayo y junio pasados.

Se tiene ya la información necesaria para iniciar su integración en un documento que pretende ser la base del Plan de Desarrollo al 2020 del Instituto de Ingeniería. La próxima administración del Instituto tendrá de esa manera información debidamente sistematizada, generada desde las Coordinaciones, con la participación de quienes desearon involucrarse. Creemos que esta característica incluyente le da legitimidad y consenso a todo el proceso y al documento que finalmente se presente a la comunidad y a las autoridades de la UNAM.

Además de lo anterior, el esfuerzo de prospectiva y planeación desarrollado en las Coordinaciones también será utilizado en la asignación de recursos provenientes de la partida de “participación institucional” generada de los ingresos extraordinarios que capta nuestro Instituto. Por segundo año consecutivo, antes del próximo periodo vacacional, se invitará a los investigadores a someter sus requerimientos de adquisición o reposición de equipo mayor, entendido éste como aquel que tiene un costo elevado para poder ser soportado por proyectos comunes y que preferentemente pueda ser utilizado por más de un jefe de proyecto. En el proceso anterior, se asignaron casi 30 millones de pesos, los cuales ya han sido ejercidos en su mayoría.

Otro elemento de gran valor, resultado del trabajo en cada Coordinación, será el definir los requerimientos de personal académico de nuevo ingreso, con objeto de integrar un listado de prioridades debidamente justificado, que permita negociar con

la Coordinación de la Investigación Científica sobre bases académicas y de planeación claras. Este listado, con los perfiles y los tiempos de incorporación deseables, podrá también ser sujeto de análisis para identificar acciones alternas que permitan llenar los requerimientos con una figura diferente a la de la plaza con cargo a presupuesto. En la SPADA se están estudiando opciones tales como un programa de contratos posdoctorales propio del Instituto, que vendría a sumarse a los programas de becas posdoctorales de la DGAPA y del CONACyT que ya aprovechamos.

En otro orden de ideas, deseo destacar dos decisiones importantes del Consejo Interno que ya han sido comunicadas a todo el personal académico, ambas relacionadas con su evaluación anual. Para el Consejo Interno es claro que este ejercicio, requerido por el artículo 60 del Estatuto del Personal Académico de la UNAM, es un elemento fundamental para incidir en el desempeño académico individual y con ello incrementar la producción académica y el impacto de nuestro trabajo en la sociedad. Es así que el Consejo Interno aprobó ajustes en los productos considerados como producción primaria y en las ponderaciones y saturadores del algoritmo que aplica el Sistema de Base de Datos Académica del Instituto de Ingeniería (SBDAll) para evaluar a los investigadores. Hay que destacar en este aspecto que ahora un informe a patrocinador puede ser equivalente a un artículo en revista indizada, si cumple con ciertos criterios.

La segunda decisión fue iniciar los ajustes en el proceso de evaluación de los técnicos académicos, en espera que la comisión *ad hoc* de técnicos académicos entregue al Consejo Interno sus recomendaciones. En esta ocasión, la evaluación que llega a la instancia intermedia que constituyen las Subdirecciones ya no será resultado solo del investigador responsable o jefe inmediato, sino de tres evaluadores.

Como lo muestran las acciones arriba comentadas, el Instituto avanza, tal vez no al ritmo que varios quisiéramos, para incrementar el rigor académico en sus decisiones y fortalecer su producción académica en las tres vertientes que nuestra misión indica: publicar nuestro trabajo, formar profesionales en ingeniería y contribuir a resolver problemas nacionales mediante la vinculación con la sociedad. Esperamos que a este esfuerzo de mediano y largo plazos de nuestro Instituto continúe sumándose su personal en forma cada vez más numerosa y comprometida. Para ello, la invitación es permanente.

**Adalberto Noyola Robles**  
Director





## MEDALLA LUIS ESTEVA A FRANCISCO JOSÉ SÁNCHEZ SESMA

Nuestras más sinceras felicitaciones a Francisco José Sánchez Sesma, investigador del Instituto de Ingeniería, quien recibió la *Medalla Luis Esteva* el pasado 28 de octubre en una ceremonia que tuvo lugar dentro de las actividades del XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica en la ciudad de Aguascalientes. El doctor Luis Esteva lamentó profundamente no poder asistir personalmente para entregar este reconocimiento que lleva su nombre, pero envió un video donde expresa la emoción que le embarga por reconocer a una persona con una trayectoria académica tan destacada como la del doctor Sánchez Sesma, quien ha dado importantes aportaciones en el campo de la sismología. También le externó sus deseos para que continúe su excelente carrera para beneficio de la sismología y de la ingeniería sísmica y por lo tanto para el mejor desarrollo de su función en servicio de la sociedad —concluyó—. ¡Felicitaciones al doctor Sánchez Sesma! 🏆

Contacto con Francisco Sánchez Sesma dentro de la página del Instituto de Ingeniería: [www.ii.unam.mx](http://www.ii.unam.mx)



Dr. Francisco José Sánchez Sesma (izquierda) y Julián Carrillo (derecha) en la ceremonia de entrega de sus reconocimientos.

## PREMIO DEL SÉPTIMO CONCURSO NACIONAL DE TESIS DE DOCTORADO DE LA SMIS PARA JULIÁN CARRILLO LEÓN

En la misma ceremonia de entrega de la *Medalla Luis Esteva*, se otorgó el premio a la mejor tesis de doctorado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS) a Julián Carrillo, estudiante del Instituto de Ingeniería. Su tesis estuvo dirigida por el Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro, y el trabajo llevó por título: Evalua-

ción del comportamiento a cortante de muros de concreto para vivienda por medio de ensayos dinámicos, cuya aprobación mereció Mención Honorífica en noviembre de 2010.

En la página 21 presentamos el resumen de esta tesis ganadora. ¡Enhorabuena! 🏆

## 5º PREMIO ANUAL INGENIERO VÍCTOR M. LUNA CASTILLO 2011

Felicitamos a Alejandra Amaro Loza por haberse hecho acreedora al *5º Premio Anual ingeniero Víctor M. Luna Castillo 2011* por su tesis: Evaluación de escenarios de inundación en el Río González, Tabasco, que realizó bajo la dirección del doctor Adrián Pedrozo-Acuña, investigador del Instituto de Ingeniería. Este premio lo otorga la Facultad de Ingeniería de la UNAM y la Fundación Ing.

Victor M. Luna Castillo A.C. El premio lo recibió el pasado 10 de octubre de manos del maestro Gonzalo Guerrero, director de la Facultad de Ingeniería, en la Sala del Consejo de esta dependencia.

La tesis resulta especialmente interesante pues presenta un estudio sobre la crítica situación que sufre el estado de Tabasco y las afectaciones a los habitantes de esta zona por inundaciones. En este trabajo se estudiaron los efectos de la derivación de una descarga similar a la observada en 2007, hacia el río González y su salida al Golfo de México y se destaca la importancia de realizar evaluaciones integrales de los efectos que las inundaciones producen sobre los sistemas naturales, haciendo hincapié en la necesidad de cambiar el paradigma de PROTECCIÓN contra inundaciones hacia MANEJO del riesgo que estas generan.

Hay que recordar que esta tesis fue premiada por la Asociación Mexicana de Ingeniería Marítima y Portuaria el mes pasado. 🏆

Contacto con Alejandra Amaro Loza dentro de la página del Instituto de Ingeniería: [www.ii.unam.mx](http://www.ii.unam.mx)





## SEMINARIO INTERNACIONAL URBANISMO Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

Con el fin de difundir proyectos de investigación y trabajos relacionados con el urbanismo y edificación sustentable, el Grupo de Tecnologías para la Sustentabilidad (GTS) del Instituto de Ingeniería, el Programa de Maestría y Doctorado en Urbanismo de la UNAM y la Asociación Nacional de Energía Solar organizan el Seminario Internacional *Urbanismo y Edificación Sustentable*, dirigido a Investigadores, académicos, empresarios, gobierno, estudiantes y público en general. El evento está coordinado por el Dr. David Morillón Gálvez, investigador del Instituto de Ingeniería.

En el cuarto día del seminario, participaron como ponentes en una mesa redonda, Victor Hugo Rangel Hernández de la Universidad de Guanajuato; Jorge Mitchell de INCIHUSA, CCT y CONICET, y Néstor Alejandro Mesa A. del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, INCIHUSA, CCT, CONICET, ambos de Argentina; por la UNAM, Carmen Valverde del Programa de Maestría y Doctorado en Urbanismo; y por el Instituto de Ingeniería Felipe Muñoz, Ma. Neftalí Rojas, Óscar González B. y David Morillón integrantes del GTS.

Los temas que abordaron fueron las energías renovables para la sustentabilidad de las ciudades y edificios; participación social en

el diseño y operación de proyectos sustentables; indicadores para el urbanismo sustentable; aspectos ambientales para el urbanismo y la edificación sustentable; el urbanismo constante en una ciudad cambiante: ¿Permite la sustentabilidad?, y la edificación sustentable para México desde la UNAM.

David Morillón coordinador del GTS comentó que el seminario ha sido un éxito pues participaron 86 personas de varias dependencias tanto gubernamentales como educativas entre las que se encuentran el SEMARNAT, INFONAVIT, IPN, ITESM, UAM y por parte de la UNAM las Facultades de Arquitectura, Ingeniería, Ciencias, Veterinaria, y los Posgrados de Arquitectura, Ingeniería, Urbanismo y Ciencias.

Esos eventos permiten conocer e intercambiar experiencias profesionales y unir esfuerzos en este caso en el tema de la sustentabilidad y urbanismo. 🏡

El programa de las siguientes sesiones del seminario puede encontrarse en: [www.ii.unam.mx](http://www.ii.unam.mx)

## CONFERENCIA: COMPORTAMIENTO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE CERIO DURANTE EL TRATAMIENTO SECUNDARIO EN LODOS ACTIVADOS

*Comportamiento de nanopartículas de óxido de cerio durante el tratamiento secundario en lodos activados* es el título de la conferencia que presentó el doctor Francisco Gómez el pasado 20 de septiembre en el Salón de Seminarios Emilio Rosenblueth, evento organizado por la dirección del instituto.

El doctor Gómez, egresado de la UASLP obtuvo el grado de doctor en Ingeniería Ambiental en la Universidad de Arizona, inició su exposición mencionando: *Hoy en día hablar sobre nanotecnología y el uso de nanopartículas es un tema bastante común ya que se encuentran en numerosos productos de uso diario y su empleo es cada vez más frecuente en diferentes procesos industriales. Sin embargo, ¿sabía usted que no existe un consenso general sobre dónde comienza el dominio “nano” y, hasta el momento, la palabra “nanopartícula” no cuenta con una definición universalmente aceptada para fines regulatorios? Según la National Science Foundation (NSF) una nanopartícula es un material que posee al menos una dimensión de 100 nm o menos ya que en este rango de tamaño la fracción de átomos expuestos en la superficie de los materiales es bastante significativa, lo que contribuye a que presenten*

*propiedades físicas, químicas, electrónicas y atómicas diferentes comparadas a sus contrapartes de tamaño mayor (bulk). Por ejemplo, mientras el grafito utilizado en los lápices es quebradizo, el mismo material en tamaño “nano” es más duro que el acero. La habilidad de controlar y producir partículas tan pequeñas va más allá de la miniaturización de los procesos, y es considerada por varios sectores como una nueva revolución industrial tan importante como la del siglo diecinueve. En la actualidad podemos encontrar nanopartículas en cosméticos, productos médicos, ropa, bloqueadores solares entre otros. Las nanopartículas también tienen aplicaciones interesantes en el campo de la Ingeniería Ambiental donde materiales como nano-hierro cerovalente, nano-zeolitas, nano-óxidos metálicos y nanotubos de carbono se emplean para la degradación o ad/absorción de diversos contaminantes.*

*No obstante, al ser la nanotecnología un área tan revolucionaria, nuevas preguntas surgen en relación a los riesgos asociados a la fabricación y uso de nanopartículas, así como a su comportamiento una vez liberadas al medio ambiente. Actualmente existe amplia evidencia sobre sus efectos tóxicos en diversos sistemas*



biológicos. Probablemente el más estudiado es la formación de sustancias de oxígeno altamente reactivas (ROS), incluyendo peróxido de hidrógeno y radicales hidroxilo, que dañan las células ya que su capacidad de defensa contra el stress oxidativo se ve largamente superada por la velocidad de generación de ROS por las nanopartículas, ocasionando en algunos casos la disrupción de la membrana celular. A pesar de contar con este tipo evidencia, las nanopartículas son reguladas con las mismas normas que rigen a los materiales, o compuestos, de tamaño bulk por lo cual su liberación, no intencional o controlada, al medio ambiente es inevitable. Estudios de modelamiento han encontrado que una fracción importante de nanopartículas llega a las plantas de tratamiento de agua (PTA) diariamente. Evidencias referentes a la presencia de estos materiales en plantas de tratamiento incluye el descubrimiento de nanopartículas de sulfato de plata en lodos biológicos y a la detección de nanopartículas de dióxido de titanio en diferentes PTA distribuidas en 7 Estados de Estados Unidos. Las plantas de tratamiento vigentes no fueron diseñadas para tratar este tipo de contaminantes, lo que genera una gran incertidumbre sobre si son apropiadas para remover este tipo de materiales. Las características del agua residual, incluyendo pH y alto contenido de material orgánico, tendrán un efecto importante sobre el comportamiento de las nanopartículas durante el tratamiento, provocando su aglomeración y posible sedimentación. Adicionalmente se han sugerido como métodos de eliminación la sorción de las nanopartículas al lodo primario y secundario y el atrapamiento de estos materiales en los flóculos que forman los microorganismos en el tratamiento. Solo existen un puñado de estudios referentes al comportamiento de nanopartículas en PTA, obteniéndose resultados muy variados, lo que sugiere que la eficiencia del proceso para eliminar las nanopartículas del agua residual depende no solo de las propiedades fisicoquímicas

del agua, sino también de las características inherentes de cada tipo de partícula.

Con el objetivo principal de proporcionar mayor información sobre este tema se estudió el comportamiento de nanopartículas de cerio durante el tratamiento secundario de agua residual. El cerio es el elemento más abundante de los llamados “tierras raras” y se emplea en la fabricación de diversos productos. Se utiliza exhaustivamente en la industria de los semiconductores para obtener chips libres de imperfecciones. Los resultados obtenidos demuestran que el comportamiento de las nanopartículas de cerio está altamente influenciado por los diversos compuestos orgánicos e inorgánicos del agua residual, y pueden disminuir considerablemente el efecto del pH sobre la estabilidad de las nanopartículas; la agregación de las nanopartículas de cerio dispersas en agua residual es evidente al formar inmediatamente aglomerados de más de 2 micrómetros de tamaño. Sin embargo, se observó que ciertos compuestos orgánicos, como el ácido húmico, pueden promover la estabilidad de estos materiales inclusive a valores de pH cercanos al punto isoeléctrico. El análisis de la concentración de cerio en el influente y efluente del tratamiento secundario arrojó datos prometedores ya que se obtuvo una eficiencia de eliminación promedio del 96%; el sistema demostró inclusive ser eficiente para remover las partículas más pequeñas al obtenerse una eliminación promedio del 94% para partículas menores de 25 nm. Estos datos sugieren que las PTA municipales pueden lograr eficiencias considerablemente altas en la remoción de estos materiales. En estudios adicionales se demostró que no solo la biomasa contribuye a la eliminación de las nanopartículas durante el tratamiento, como se ha estipulado en diversas publicaciones, también los desechos de los microorganismos, incluyendo polisacáridos y otros biopolímeros, juegan un rol sumamente importante en su remoción. La actividad de los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica en el tratamiento secundario no se vio afectada por la presencia y acumulación del cerio en el reactor al observarse una eliminación prácticamente constante antes y después de la alimentación del cerio al sistema, indicando que la introducción de este material a las PTA municipales no afectará su funcionamiento.

Las excepcionales propiedades de las nanopartículas han generado grandes expectativas debido a que pueden impartir características especiales a diversos productos que de otra manera no sería posible o económicamente viable. No obstante, se debe poner mayor énfasis sobre los posibles riesgos que conlleva el uso y consumo de nanopartículas. Las PTA son un punto vital en el ciclo de vida de dichos materiales y pueden contribuir, o no, a su liberación al medio ambiente impactando de manera directa los ecosistemas que las rodean —concluyó—. 🧩



Dr. Francisco Gómez (izquierda) y Dr. Adalberto Noyola, director del II UNAM (derecha).





## LA ESTRATEGIA Y EL PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

Según Porter la estrategia es una única y válida posición, considerando un sistema de actividades diferentes. Es elegir que hacer y qué no hacer, en que nichos de mercado entrar y en cuáles no.

No se pueden abarcar todos los mercados y todos los posicionamientos simultáneamente, sino que la estrategia implica elección de un camino, dejando de lado otras opciones. Es necesario destacar la diferencia entre estrategia y efectividad. Esta última se basa en el desenvolvimiento eficiente de los procesos que llevamos a cabo (a través de métodos como reingeniería y calidad) y no en la determinación de un rumbo único y diferenciador.

## CONCLUSIONES

Los factores externos nos alertan de oportunidades y amenazas, mientras que los factores internos, relacionados con el desempeño de la institución, nos hablan de las fortalezas y debilidades de la misma, siendo este análisis la base de la estrategia a aplicar.

Es necesario tener una estrategia clara y consistente, mejorando continuamente para diferenciarnos y evitar de ese modo los peligros de ser iguales en el tiempo y con relación a otros, de lo contrario nada logrará impedir que lo que hagan los demás se convierta en una contienda autodestructiva. Se trata no solo de lograr coordinación en las actividades, para mejorar la eficiencia, de manera tal de asegurar un menor costo y brindar calidad de servicio, sino que también la institución se esfuerce por competir en un determinado sector, adecuando su cadena de valor con relación a la competencia reinante.

La ventaja competitiva es el resultado de transformar nuestras habilidades y capacidades en atributos diferentes valorados por los patrocinadores. La fuente clave de la ventaja competitiva esta en lo que el mercado nos demanda, que es desde donde proviene la posición alcanzada. Este es el enfoque simbólico de la ventaja competitiva. ❧

Contacto con Francisco Sañudo dentro de la página del Instituto de Ingeniería:  
[www.ii.unam.mx](http://www.ii.unam.mx)

## PUMAGUA EN LA MEGAOFRENDAS DEL DÍA DE MUERTOS

Como ya es tradicional, muchas dependencias de la UNAM montaron en Las Islas de Ciudad Universitaria la megaofrenda de muertos pocos días antes al 1 y 2 de noviembre. El programa Universitario de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM, PUMAGUA, del Instituto de Ingeniería, fue uno de los encargados en diseñar e instalar una de las ofrendas. En esta ocasión, la megaofrenda debería tener temas alusivos al escritor argentino Jorge Luis Borges. PUMAGUA tomó como referencia el cuento Emma Zunz, en particular la escena del asesinato de Lowenthal:



“Logró que Lowenthal saliera a buscar una copa de agua. Cuando éste, incrédulo de tales aspavientos, pero indulgente, volvió del comedor, Emma ya había sacado del cajón el pesado revólver. Apretó el gatillo dos veces. El considerable cuerpo se desplomó como si los estampidos y el humo lo hubieran roto, el vaso de agua se rompió, la cara la miró con asombro y cólera, la boca de la cara la injurió en español y en ídish. Las malas palabras no cejaban; Emma tuvo que hacer fuego otra vez.” ❧



## PLAN DE SEGURIDAD DEL AGUA EN BAHÍA DE TELA, HONDURAS

POR CAROLINA MARINI

En la Gaceta No.64 del mes de septiembre de 2010 dimos a conocer la entrevista realizada a la M en I. Mirna Argueta Irías, Directora Nacional de Agua y Presidenta de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de Honduras (AIDIS).

La M en I. Argueta vino a México para impartir el curso “Introducción a los Planes de Seguridad del Agua y sus Avances en América Latina” en el Auditorio “José Luis Sánchez Bribiesca” de la torre de Ingeniería. Con la finalidad de concientizar y hacer partícipes en el tema de los Planes de Seguridad del Agua a los miembros del proyecto PUMAGUA y a la comunidad del Instituto de Ingeniería, asimismo a personal de los organismos operadores de la Ciudad de México, DF y áreas aledañas.

La ponente comentó que los Planes de Seguridad del Agua (PSA) son metodologías pormenorizadas para gestionar la calidad del líquido para consumo humano, han sido propuestos por la OPS-OMS para garantizar el servicio en ciudades pequeñas y de escasos recursos, estas metodologías son implementadas por los organismos operadores del sistema de abastecimiento de agua potable.

En la bahía de Tela, Honduras, se ha desarrollado y puesto en marcha un “Plan de Seguridad del Agua” (PSA) que ha sido adoptado por el organismo operador que es la División Municipal de Aguas de Tela (DIMATELA).

Dicho organismo abastece a una población superior a los 80,000 usuarios; dentro de esta población existen varias comunidades rurales donde habitan tribus garífunas, que son pueblos descendientes de africanos; ellos no cuentan con un sistema propio de agua potable como los habitantes de la ciudad, por lo que los técnicos de campo de DIMATELA les enseñan cómo desinfectar el agua antes de consumirla, como una medida preventiva aplicada a través del PSA.



Jardín botánico de Lancetilla.



Planta potabilizadora en el sistema Piedras Gordas.

En Tela, el sistema de captación de agua consta de tres presas (Bañaderos, Lancetilla y Piedras gordas); la presa Lancetilla es la fuente de captación más limpia pues se encuentra dentro del Jardín Botánico Lancetilla, el segundo más grande en extensión de toda América Latina, alberga más de 1,500 especies de árboles y arbustos tropicales; la exuberante vegetación del lugar propicia la recarga del acuífero, con un agua de calidad.

Posteriormente y por medio de tubería de hierro fundido de 12 y 14 in de grosor el agua es llevada a 2 plantas potabilizadoras y un sistema de desinfección en el caso del sistema Lancetilla, para finalmente pasar a 4 tanques de almacenamiento y al sistema de abastecimiento de agua en la ciudad.

Existen puntos críticos en el sistema pero también medidas de mitigación y un sistema de monitoreo constante, cada semana se realizan recorridos en campo para inspeccionar el sistema de la red de agua y una vez al mes realizan análisis de la calidad del agua en las plantas potabilizadoras y en puntos estratégicos dentro de la ciudad.

Argumenta la M en I. Argueta que la implementación de esta metodología ha sido muy asertiva y uno de los primeros PSA implementados en América Latina. Razón por la cual la estudiante de Maestría en Ingeniería Ambiental Eva Carolina Marini Bulbarel (autora de esta nota) viajó el pasado mes de agosto a la ciudad de Tela, en el departamento de Atlántida, Honduras, para adquirir conocimientos y experiencias sobre la instauración y ejecución de los Planes de Seguridad del Agua (PSA) en pequeñas ciudades de América Latina y el Caribe. 🇳🇮

Contacto con Carolina Marini dentro de la página del Instituto de Ingeniería: [www.ii.unam.mx](http://www.ii.unam.mx)





## CAMPOS DIFUSOS EN SISMOLOGÍA E INGENIERÍA SÍSMICA: TEORÍA Y APLICACIONES

EL 28 DE OCTUBRE PASADO, EL DOCTOR SÁNCHEZ SESMA OBTUVO LA MEDALLA LUIS ESTEVA DENTRO DEL CONGRESO DE INGENIERÍA SÍSMICA. COMO PARTE DE LOS TRABAJOS QUE REALIZA ESTE INVESTIGADOR PRESENTAMOS LA SIGUIENTE NOTA DE UNA PONENCIA QUE OFRECIÓ EN PERÚ.

■■■■■■■■■■■ POR FRANCISCO JOSÉ SÁNCHEZ SESMA ■■■■■■■■■■

Los desarrollos recientes en teoría ondulatoria, acústica y sismología dan una nueva perspectiva sobre el ruido y los campos difusos de ondas. El descubrimiento de la existencia de correlaciones de gran alcance en ondas sísmicas ha permitido visualizar una gran variedad de aplicaciones basadas en la posibilidad de obtener la respuesta impulsiva (o función de Green) sin una fuente activa.

La coda es la parte final de los sismogramas y revela que en muchos casos el movimiento continúa por un tiempo que es varias veces mayor al tiempo de viaje fuente-receptor. No hay duda que esto se debe, entre otros efectos, a la difracción múltiple por las interacciones de las ondas con las heterogeneidades. Las densidades de energía asociadas siguen regímenes difusivos. La coda y el ruido sísmico comparten algunas características.

La coda y el ruido constituyen una cierta forma de iluminación y parecería que se trata de movimiento incoherente, en realidad lleva información de su propagación. En un régimen difu-

sivo la energía está equiparticionada. Resultados teóricos en el dominio de la frecuencia con ejemplos analíticos en un espacio elástico muestran que si la iluminación es difusa, el promedio de las correlaciones cruzadas del movimiento es proporcional a la parte imaginaria de la Función de Green. Este hecho abre la posibilidad de usar los registros de las fluctuaciones para construir fuentes virtuales con muchas de las características de las reales y sin sus desventajas.

Las aplicaciones cubren desde la tomografía continental con ondas superficiales, la visualización en acústica y medicina, hasta el monitoreo de volcanes y edificaciones humanas. La base de esas técnicas es la aleatoriedad del campo de ondas. Esta se originaría por acción de la difracción múltiple que puede interpretarse como el campo generado por múltiples fuentes (fuerzas) y que es con frecuencia denominado ruido sísmico ambiental.

El tema arriba expuesto lo presentó el doctor Francisco José Sánchez Sesma en la conferencia magistral que impartió el 1 de octubre de 2011, en el Congreso Nacional de Ingeniería Civil, en Cajamarca, Perú. ■■





## CARRERA DE 5 KM EN EL INSTITUTO DE INGENIERÍA

||||||| POR VERÓNICA BENÍTEZ |||||||

Al grito de ¡Goya, Goya, Cachún Cachún Ra Ra, Cachún Cachún Ra Ra, Goya... Universidad!, arrancó el 9 de octubre pasado a las 9 de la mañana, en el estacionamiento del Edificio 1 del Instituto de Ingeniería, el contingente de aproximadamente 190 corredores para cubrir el trayecto de 5 km en que constaba la competencia atlética organizada para el personal y estudiantes de nuestro instituto.

Los participantes estuvieron divididos en 2 ramas: varonil y femenino, y en tres categorías: 18 a 30 años, 30 a 50 y 50 años en adelante. El doctor Adalberto Noyola, director del Instituto de Ingeniería, dio el disparo para la salida de los corredores. Los primeros en salir fueron los hombres, minutos después las mujeres.

Entre gritos y aplausos el primer corredor en llegar a la meta fue Daniel Antonio Durán González con un tiempo de 19 minutos y 16 segundos. A su vez la primera mujer fue Xenia A Miranda Martínez con un tiempo de 23 minutos y 20 segundos ambos de la categoría de 18 a 30 años.

Para apoyar a los corredores asistieron familiares y amigos los cuales convivieron con la comunidad del Instituto y participaron con el animador en diferentes concursos para ganar gorras, llaveros o playeras institucionales.

El evento contó con el apoyo de *Powerade* y *Quake*, los cuales proporcionaron insumos indispensables para los corredores durante y al final de la carrera.

A cada uno de los corredores que lograron pasar la meta se les otorgó un paquete de recuperación así como una medalla en forma de llavero y una playera alusiva al evento.

El doctor Noyola hizo entrega de los premios a los ganadores, dio reconocimientos a los voluntarios y jueces que apoyaron el evento, así como al comité organizador conformado por Berenice de las Heras Sánchez, Margarita Moctezuma Riubí, Luis Femat Rodríguez, Eusebio Calixto Madariaga Soto, Rolando Alberto Carrera Méndez, Ana Lizbeth Rubio Montaña, Artemio Díaz Díaz, Valente Vázquez Tamayo.





Femenil, 50+



Femenil, 30-50



Varonil, 50+



Femenil, 18-30



Varonil, 30-50



Varonil, 18-30

Los premios para los primeros lugares de cada rama y cada categoría fueron una medalla de la UNAM y un vale por \$1,500.00; a los segundos lugares un vale por \$1,000.00, y a los terceros un vale por \$500.00. En total se entregaron 18 vales canjeables en la tienda de deportes Martí. Además a cada uno de los ganadores se le entregó una medalla en oro, plata o bronce de acuerdo al lugar en el que llegaron.



Un reconocimiento especial se hizo con un Goya a la competidora Alicia Cortés Cruz quien a pesar de utilizar un bastón para auxiliarse al caminar, logró concluir la carrera y adjudicarse así la medalla de bronce en la categoría de 50 +.

Varonil			
Categoría		Nombre	Tiempo
18 a 30 años	1°	Daniel Antonio Durán González	19' 16"
	2°	Omar Alfredo Frago Medina	19' 26"
	3°	Roberto Sotero Sierra López	19' 41"
30 a 50 años	1°	Javier Hernández Lemus	21' 23"
	2°	Gerardo Arriaga Barrón	22' 12"
	3°	Hugo Castellanos Rosado	22' 30"
50 años en adelante	1°	Leonardo Alcántara Nolasco	21' 37"
	2°	Rolando Alberto Carrera Méndez	25' 25"
	3°	Ricardo Vázquez Larquet	26' 18"
Femenil			
18 a 30 años	1°	Xenia A. Miranda Martínez	23' 20"
	2°	Yasmine Baranda Laguna	25' 15"
	3°	Gabriela Díaz Cartas	26' 25"
30 a 50 años	1°	Jeannete G. Aguilar Martínez	23' 50"
	2°	Ma. Guadalupe Olín Montiel	27' 19"
	3°	Dulce Merari Cid León	30' 34"
50 años en adelante	1°	Rosario Delgado Diance	25' 32"
	2°	Lidia Neri Castelán	38' 37"
	3°	Alicia Cortés Cruz	50' 36"

¡Felicidades a todos los ganadores y atletas! 🎉



POR VERÓNICA BENÍTEZ

*Siempre me llamó la atención por qué se movían las cosas, en especial los relojes y es que mi papá tenía una colección importante de ellos. Me preguntaba por qué no se paraban si no estaban conectados. Queriendo entender cómo funcionaban traté de abrir uno con un desarmador, como no podía tomé un martillo y lo rompí. Las piezas botaron por todos lados y claro que mi papá me regañó muy fuerte. Aunque a él le gustaba arreglar relojes, en esa ocasión no le fue posible.*

*Mi papá estudió para piloto en la escuela militar de Guadalajara, pero no pudo ejercer su profesión porque se enfermó del corazón, entonces puso un taller para rectificar motores y una refaccionaria. A mí también me llamaba la atención la aviación, pero como usaba lentes, esto quedó desechado. Entonces pensé estudiar una carrera del campo de las humanidades, pero cuando me aplicaron el examen de orientación vocacional prácticamente me cerraron las puertas para esta área. Estaba desconcertado y el tiempo se me vino encima, así es que elegí la carrera de ingeniero químico casi por casualidad, porque me gustaban las materias que llevaba.*

*Me faltaban dos años para terminar la carrera cuando inició la huelga del 68, la Universidad se cerró y perdimos poco más de*

*un semestre. Para aprovechar el tiempo, entré como becario en una empresa para adelantar el servicio social. Curiosamente las actividades que me asignaron fueron un tanto de investigación y el proyecto consistía en conseguir que esta empresa ahorra energía y lo logré, incluso me ofrecieron que me quedara a trabajar. Tenía este ofrecimiento cuando se abrió la UNAM y un ingeniero de la empresa me recomendó que mejor terminara. Así lo hice.*

*Regresamos a clases y unos amigos y yo quisimos recuperar el tiempo perdido por lo que cursamos más materias, así terminamos a tiempo y pudimos recibirnos seis meses después de haber cursado el último semestre.*

*Mi primer trabajo fue en el Instituto Mexicano de Petróleo en la Subdirección de Refinación y Petroquímica, donde veía la eliminación de metales y azufre en las gasolinas. En aquel entonces empezaron a preocuparse por las cuestiones ambientales y así fue como empecé a interesarme en este tipo de problemas. Estuve en las refinerías de Salamanca, Minatitlán y Coatzacoalcos; la gente ya me conocía y les gustaba cómo trabajaba. Después de 5 años me entró el gusanito de estudiar un posgrado, para poder hacerlo me cambié a la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) donde me*



invitaron a colaborar en el Centro de Investigación y Entrenamiento para el Control de Contaminación del Agua (CIECCA). Aquí como en todo, hubo ventajas y desventajas; como desventaja mi salario se redujo a la mínima expresión, pero por otro lado me dieron flexibilidad en el horario para que yo siguiera estudiando.

Ya en el posgrado empecé a relacionarme con investigadores del Instituto de Ingeniería y profesores de ese nivel. Pensando que en la SRH no iba a tener oportunidad de subir más, decidí cambiarme al Instituto de Ingeniería donde necesitaban una persona que tuviera experiencia en cuestiones ambientales para atender proyectos con la Comisión Federal de Electricidad. Ya estando en el IIUNAM de alguna manera me indujeron a hacer el doctorado, y claro que estando en un instituto de investigación no fue difícil hacerlo.

Ser investigador es muy interesante, en lo personal he podido satisfacer mi inquietud por conocer el porqué de las cosas, en el medio académico tienes esas posibilidades, además te pagan por ello. Por otra parte, también tienes la oportunidad de interactuar con especialistas de otros campos del conocimiento. En el caso de la ingeniería ambiental ésta se encuentra relacionada con la hidráulica, con la dinámica atmosférica, con la dinámica del agua, con la hidrobiología, entre otras. En la solución de problemas intervienen varias disciplinas. Por ejemplo, yo he tenido que estudiar biología para poder saber lo que necesito pedirles a los biólogos. Incluso he dirigido 3 tesis de licenciatura de la Facultad de Ciencias. A pesar de que esto se ha hecho evidente, desde hace muchos años, siento que no se ha establecido un puente para poder trabajar de manera multidisciplinaria. Un ejemplo es el proyecto Aguamilpa, donde queríamos saber qué le iba a pasar a la calidad del agua del río Santiago cuando se embalsara, aquí participamos ingenieros ambientales, hidráulicos y biólogos. El tema era muy interesante, incluso fue la causa de que yo conociera al profesor Sánchez Bribiesca. Cuando me comentaron que “el profe” estaba interesado en participar en esta investigación me dio mucho gusto y a partir de entonces trabajamos juntos en varias ocasiones.

“El profe” tenía una personalidad muy especial, sabía conducirte para que buscaras información y plantearas soluciones, pero te ponía trampitas para ver si trabajabas bien; siempre te indicaba una fecha límite. Una de esas veces fue cuando me dio como 6 hojas con puras ecuaciones y me dijo: “le quiero pedir un favor, mire, quiero transcribir este material para sacar una publicación, pero a veces cuando paso mis patuscritos en limpio me suelo equivocar, por ello le pido que los revise”. Me puse a estudiar y lo fui resolviendo, pero de repente ya no coincidía lo que yo hacía con lo que él me había dado; así que sólo tuve que continuar con lo que estaba haciendo hasta que hubo coincidencia con esuescrito, llegando a resultados similares a los de él. Ya con esto lo fui

a ver, entonces me preguntó: “¿Y cómo le fue?”, yo le contesté “tiene razón profe, cuando pasa, como usted dice, de sus patuscritos a sus manuscritos no copia todos los términos. Lo que me dio está bien, pero le faltan estos términos al documento que me entregó”. Solo me dijo “gracias inge”.

En realidad lo que había hecho era aplicar la ley de la goma, era una omisión a propósito, para ver si en realidad mi trabajo era confiable. Cuando te ganabas su confianza te apoyaba totalmente. Así era “el profe”.

De esta manera fue como me integré para participar en proyectos de hidráulica, pero yo atendiendo el aspecto ambiental. El gusto por el estudio de los temas ambientales lo comparto con mi esposa Matilde a quien conozco desde que éramos estudiantes en la Facultad de Química. Ella es QFB, trabajamos juntos primero en la SRH y después se integró al II UNAM. En el Instituto sacamos trabajos muy buenos como este de pseudomonas aeruginosas, su especialidad es el área de microbiología, aunque ahora ella esta jubilada.

Yo soy el sexto de 9 hermanos: 4 hombres y 5 mujeres; mi mamá fue quien se hizo cargo de todos nosotros, mi papá atendía sus negocios. Tengo una hija que es diseñadora gráfica y se dedica a su profesión, y un hijo que estudió la carrera de ingeniería biomédica; él es muy aplicado, obtuvo el 3er lugar de su generación en la UAM Iztapalapa. Ahora tiene una empresa sobre este tema, se casó, tiene un hijo de 1 año.

Antes yo hacía mucho ejercicio, incluso estuve en el club alpino de la UNAM, pero los excesos son malos y ahí desgaste los cartílagos de la cadera. Ya no podía caminar pero me operaron y me pusieron una prótesis. Ahora mi hobby es caminar y hacer ejercicio con poleas.

En cuanto a Matilde, ella está muy contenta, está tomando cursos de cocina internacional, numerología y reiky, incluso piensa impartir clases de estas cosas.

Me gusta leer de todo, por ejemplo, este libro que es sobre materiales, ya que me parece importante conocer los procesos de corrosión, incrustaciones, etc.

En mi familia predomina el área de la administración. Sin embargo, me da mucho gusto no haberme dejado llevar por la tradición familiar porque la ingeniería es un tema apasionante. 🧑🏻

Contacto con Jorge de Victorica dentro de la página del Instituto de Ingeniería: [www.ii.unam.mx](http://www.ii.unam.mx)





Figura 2: Propagación de tsunami en la costa de Japón en marzo de 2011 (fuente: Kyodo News/Associated Press)

minado. El desarrollo demográfico y económico en las costas ha ido en aumento en las últimas décadas, lo cual también ha ocasionado que exista una mayor infraestructura en situación de vulnerabilidad, así como mayor población. Con esto, podemos pensar que entre mayor presión demográfica exista en una zona es más vulnerable, lo cual es cierto, pues el daño que puede causar un peligro va a ser mayor. De esta manera, cada día es más importante conocer los peligros y vulnerabilidades de la costa para evitar situaciones de alto riesgo tanto de pérdidas humanas como de daños, frecuentemente irreversibles, al medio ambiente costero.

Los peligros que se presentan en la costa son muy variados, al igual que sus orígenes, por lo cual es conveniente separarlos en distintos grupos. A continuación daremos una descripción de cada uno de ellos y las distintas componentes que los caracterizan.

## **1. TIPO DE PELIGROS**

### **1.1 INUNDACIONES**

Las inundaciones en las zonas costeras pueden ser resultado de varios fenómenos distintos y pueden tener diferentes consecuencias dependiendo de las características de las inundaciones. Estas pueden implicar solo un aumento del nivel de agua ocasionando daños mucho menores a inundaciones que implican

corrientes. Entre los fenómenos que ocasionan aumento en el nivel del mar tenemos:

- **Huracanes:** Estos fenómenos meteorológicos causan un aumento en el nivel del mar de dos tipos. Por un lado, al ser depresiones tropicales que giran alrededor de un centro de baja presión (ojo del huracán) producen un aumento del nivel del mar ya que al descender la presión atmosférica, el nivel del mar tiende a subir compensando ese descenso. Esto podemos imaginarlo como un domo de agua en el ojo del huracán, el cual se transmite de manera radial conforme el huracán se mueve y puede llegar a las costas. Por otro lado, los fuertes vientos del huracán, sobre todo cuando se aproximan a la costa, apilan gran cantidad de agua, debido al empuje que ejerce el viento sobre el agua, la cual en la costa se va acumulando y aumentando en nivel. Este último fenómeno se conoce como marea de tormenta.
- **Tormentas extratropicales:** Estos fenómenos meteorológicos de gran escala, generan mareas de tormenta similares a las del huracán. En el Golfo de México los fenómenos de este tipo que mayor peligro representan son los Nortes. El viento constante y de gran intensidad proveniente del norte, apila gran cantidad de agua, en particular en las costas de cara al norte o semi-encerradas como lo son bahías y lagunas costeras.



- **Mareas astronómicas:** Estas son generadas particularmente por la atracción de la gran masa de agua (océano) por la Luna y el Sol, por lo que tienen ciclos relacionados con estos astros. Las mareas son el fenómeno oceanográfico más predecible que existe, por lo cual fácilmente se puede planear en torno a ellas y generalmente no son un peligro. Sin embargo, si algún otro peligro se presenta durante una pleamar, el efecto destructor del peligro aumenta, ya que al existir un nivel del mar alto, el peligro tendrá mayor alcance sobre la tierra.
- **Tsunamis:** Si bien el tsunami es una ola, sus características son muy distintas al oleaje que se presenta comúnmente en las playas. Los tsunamis se generan debido a un evento sísmico, donde el desplazamiento de la tierra es reflejado sobre el nivel del mar, generando una onda de pequeña altura pero muy larga, que se propaga muy rápido por miles de kilómetros cruzando el océano. Al llegar a las zonas costeras donde la profundidad del fondo marino disminuye, dicha onda se acorta y su altura aumenta de manera muy importante, llegando a tener una altura de 10 metros o más. En tierra, el tsunami se manifiesta como una gran masa de agua que se desplaza sobre la superficie e inunda todo a su paso. La cantidad de agua que desplaza el tsunami es enorme y la fuerza de esa masa de agua con la velocidad que lleva puede tener efectos devastadores, como los que se vieron en Asia en 2004 o recientemente en Japón en marzo de 2011.
- **Oleaje no rompiente:** A pesar de que siempre imaginamos la fuerza devastadora del oleaje cuando éste rompe sobre la playa o estructuras, el oleaje puede no romper. Por ejemplo, debido al incremento del nivel del mar por la marea de tormenta, es posible que un muro de protección sirva para reflejar una ola incidente, sin que esta sufra rompimiento. Dicho oleaje podría generar una erosión al pie de la estructura, causando su colapso, haciendo que el oleaje no rompiente sea un peligro inminente.
- **Oleaje rompiente:** Sin duda este oleaje es el que representa mayor peligro, siendo que la fuerza de este oleaje es de 4 a 5 veces mayor que la del oleaje no rompiente. El oleaje rompiente, al impactar estructuras puede ocasionar graves daños, así como socavar las cimentaciones, lo cual puede llevar al colapso de grandes construcciones, como sucedió en Rosarito en el invierno 1997/1998 y en Cancún en Octubre de 2005. Debido a que el oleaje rompe aproximadamente cuando la profundidad es igual a la altura de la ola, el aumento del nivel del mar por mareas astronómicas y de tormenta, puede hacer que el oleaje rompa incluso en zonas donde no esperaríamos que llegara el oleaje, ocasionando graves daños. Por otro lado, en algunas playas, el oleaje al romper puede hacer que las pequeñas rocas que conforman



Figura 3: Erosión de playas en Yucatán

la playa salgan disparadas como proyectiles, ocasionando de igual manera grandes daños.

- **Runup de oleaje:** Esto se refiere a la distancia que recorre el oleaje sobre una pendiente inclinada, de manera general podríamos decir que una vez que el oleaje ha roto, el runup es el desplazamiento del agua de la ola sobre la pendiente de la playa. Durante eventos extremos, el runup puede tener fuertes corrientes asociadas, generando importantes erosiones tanto de la playa como de la base de estructuras, y acarreando material que puede generar daños. El runup también puede sobrepasar la duna de la playa o estructuras de protección o de infraestructura en general, inundando zonas que en principio estarían protegidas.

## 1.2 VIENTOS INTENSOS

Las zonas costeras, por su localización junto al mar, están expuestas a vientos que se desplazan sobre el mar sin ningún obstáculo vertical, y que por tanto pueden tener velocidades muy grandes. La velocidad del viento puede alcanzar tal magnitud para levantar escombros que se convierten en proyectiles que destruyen ventanas y generan cuantiosos daños. A esto se añade otro efecto importante que es la presión que ejerce el viento sobre las estructuras y que puede hacer que estas se colapsen. Por esta razón durante el paso de un huracán se recomienda que una casa no sea cerrada herméticamente y permita el paso del viento, evitando daños debido a diferencias de presión entre el exterior y el interior.

## 1.3 EROSIÓN DE PLAYAS

Las playas son una zona muy dinámica, y la arena que la conforman está en constante movimiento debido al oleaje, las corrientes e incluso el viento. Es importante mencionar que las playas no se componen únicamente por la zona donde rompen las olas y la zona aledaña no vegetada donde solemos estar cuando vamos a





la playa para recreo, sino que la duna, o grupo de dunas costeras, frecuentemente vegetadas, también hacen parte de la playa. Generalmente durante los veranos las zonas no vegetadas de las playas son anchas como respuesta al oleaje suave que tiende a acumular arena, sin embargo durante los inviernos, debido a las tormentas locales y vecinas, el oleaje más energético tiende a erosionar las playas, poniendo la arena en barras sumergidas a mayor profundidad (misma que el oleaje de verano pone de vuelta sobre la playa). Por otro lado, debido a la presión que continuamente viene ejerciendo el hombre en las costas, en particular con construcciones sobre la duna, es también común que la erosión sea gradualmente irreversible en invierno (o durante las tormentas), haciendo que las playas no se recuperen en verano y se vayan perdiendo poco a poco, año con año. Esto es un grave problema, pues a fin de cuentas la mejor protección que puede existir en la zona costera contra los embates del oleaje y las inundaciones es la misma playa. De manera general podemos hablar de dos tipos de erosión:

- **Erosión a corto plazo:** Esta es la erosión que ocurre debido a un evento de tormenta, lo cual puede durar uno (al paso de un huracán) o varios días (al paso de una tormenta extratropical). Esta erosión es la más apreciable, aparatosa y destructiva, por lo que se le presta mucha atención y es la que lleva a tomar medidas inmediatas, las cuales desafortunadamente no siempre son las mejores por falta de diseño y planeación. Si bien es cierto que este tipo de erosión es la que afecta directamente la infraestructura, si existiera una playa con un ancho suficiente para proveer protección, probablemente los efectos de las tormentas serían fuertemente mitigados, como se mencionó anteriormente. La erosión a corto plazo conlleva a la erosión del perfil de playa, dañando la duna natural y/o socavando las fundaciones de estructuras, permitiendo que las inundaciones tengan mayor alcance tierra adentro y final-

mente generando daños muy fuertes que pueden llevar hasta el colapso de grandes estructuras como casas, carreteras, etc.

- **Erosión a largo plazo:** Día a día el oleaje llega a todas las costas y mueve la arena de las playas en un movimiento aproximadamente paralelo a la costa, lo cual se conoce como el transporte litoral. Muchas veces, si el suministro de arena es constante y suficiente, no hay erosión de la playa, pero eso es la excepción en las playas en zonas con fuerte presencia de infraestructura (es decir, playas "antropizadas"), donde las obras de puertos y espigones (que interrumpen o modifican el transporte litoral), presas en ríos (que interrumpen el suministro de sedimento de la cuenca a la zona costera), , etc, tienen un efecto sobre la disponibilidad de arena y por tanto generan una paulatina erosión de la playa. Como esta reducción del ancho de playa es crónico, es decir de pequeña amplitud pero constante día a día, la erosión no es apreciable a corto plazo, sin embargo, al presentarse un evento extremo que genera la erosión a corto plazo, puede suceder que la playa ya no tenga las características necesarias (ancho de playa suficiente, existencia de duna de protección, ausencia de estructuras muy cercanas a la línea de costa) para recibir y soportar el impacto sin perder irreversiblemente su estabilidad. De esta manera, la erosión a largo plazo es un fenómeno importante que debe de tomarse en cuenta para la prevención de desastres en la zona costera y debe ser incorporada en los planes de manejo de la zona costera.

## DEPOSITACIÓN

Si bien el depósito de arena no representa un peligro grave en la costa, sí genera daños y/o afecta el desarrollo de procesos naturales o actividades que tienen lugar en la costa. La erosión a corto plazo normalmente deposita la arena en barras a mayor profundidad, lo cual puede afectar localmente algunos ecosistemas (zona de pastos marinos, arrecifes, zonas de desova, ). Además, en ocasiones donde el aumento del nivel del mar es importante, dicha arena también puede depositarse tierra adentro, sepultando áreas importantes en tierra, con la consiguiente afectación al medio ambiente y la infraestructura. En cuanto la erosión a largo plazo, muchas veces la arena se deposita en las dársenas y canales de los puertos y marinas, que si bien no es realmente un peligro, si ocasiona importantes gastos al tener que mantener la profundidad de diseño por medio de dragados.

## 2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Conociendo los peligros más importantes que pueden presentarse en las costas, la pregunta que sigue es ¿qué hacer frente a los peligros costeros? La respuesta es muy compleja, razón por la cual no existe una solución única y sencilla, y más bien recomendaciones que deben analizarse caso por caso y adecuarse a cada zona, siempre realizándose de manera integral y considerando



Figura 4: Campo de espigones para la protección costera



toda la complejidad de factores y actores en la costa. Es por esto que en la última década el término de “gestión integrada de la zona costera” ha sido empleado constantemente. A continuación se presentan algunas medidas y técnicas que pueden ser utilizadas para mitigar los daños debido a peligros costeros, las cuales están encaminadas a reducir la vulnerabilidad en la costa, más que a reducir el peligro, lo cual es imposible a corto plazo y muy difícil y mismo incierto a largo plazo.

## 2.1 RELLENOS DE PLAYA

Ya hemos mencionado que las mismas playas sirven de protección ante los peligros que se presentan en la zona costera. Si el hombre no protege y asegura la conservación de las playas, éstas inminentemente serán afectadas y perderán su capacidad para, a su vez, proteger la zona costera ante los eventos extremos. De esta manera, la recuperación artificial de las playas, comúnmente llamada “relleno de playa”, ha tomado una gran popularidad en las últimas décadas como medida de protección costera, buscando recrear un ancho de playa adecuado para mitigar los embates de las fuerzas del mar durante eventos extremos. Existen muchos casos de éxito, desde los de playas que se han rellenado y su ancho se ha conservado sin o con muy poco mantenimiento, hasta casos en donde una playa regenerada se ha perdido después de un huracán pero ha protegido la zona terrestre adyacente. En efecto, la función de la playa no solo es proveer un espacio de recreación para los turistas, sino proveer protección a la infraestructura y los ambientes costeros, por tanto si la playa regenerada se perdió, pero no se sufrieron daños o afectaciones a los ambientes terrestres adyacentes, entonces la regeneración cumplió en gran medida con su objetivo. Por más caro que sea el relleno de playa, nunca se podrá equiparar con el costo que puede tener reconstruir o restaurar una zona costera tras sufrir un desastre. Esto es muy importante decirlo, pues la gente tiene la percepción de que los rellenos de playa equivalen a tirar el dinero al mar y no es así. Incluso, un buen diseño debe de considerar la normal y frecuentemente previsible reducción de la playa antes del embate de un evento extremo, tomando en cuenta que parte del material producto de ese ancho reducido generará una barra sumergida que también proveerá de protección ante un evento extremo. Es importante también decir que para que un relleno de playa sea exitoso, se debe de considerar la dinámica costera (oleaje, corrientes, tipo y tamaño de arena, entre otros) y hacerse un diseño apropiado a cada caso.

## 2.2 REGULACIÓN

Está claro que al aumentar la presencia humana sobre la costa nos hemos vuelto más vulnerables a los peligros costeros. Hace siglos, los tsunamis como el de Indonesia en 2004 o el de Japón en 2011 no hubieran tenido los efectos que tuvieron, simplemente porque no existía tanta infraestructura humana susceptible de sufrir un daño. Es así que la regulación costera es una parte fundamental

para reducir los posibles daños que pueden ocasionarse ante la presencia de los peligros en la costa. La regulación debe ser insertada dentro de un marco de manejo de zona costera y debe incluir al menos la regulación de conservación de ambientes naturales de importancia, de uso de suelo, códigos de construcción y determinación de zonas de amortiguamiento y tránsito. Desafortunadamente en México no existe una ley de costas, y las regulaciones que existen para la zona costera son limitadas. Existe un gran camino por recorrer en el tema de regulación costera

## 2.3 ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN COSTERA

Tradicionalmente se han utilizado estructuras fijas para controlar la erosión costera y tratar de mantener una playa con un ancho adecuado para proteger la zona ante los diversos peligros que se pueden presentar. Es importante mencionar que la ingeniería de costas es una ciencia muy reciente que tiene sus orígenes y gran influencia de la ingeniería portuaria, en la cual las estructuras son indispensables. Por otro lado, en muchas partes del mundo, los primeros problemas de erosión costera han sido derivados de la construcción de puertos, por lo que estos han tomado acciones para mitigar la erosión, generalmente por medio de estructuras. A continuación describiremos brevemente los distintos tipos de estructuras para protección costera.

- **Espigones:** Son estructuras aproximadamente perpendiculares a la playa y apoyadas en el lecho marino, que tienen como objetivo atrapar la arena que es transportada por las corrientes de manera paralela a la costa. Estas estructuras pueden utilizarse de manera individual o poner lo que se conoce como un campo de espigones. Actúan reduciendo el transporte de arena, depositando arena en la zona por la cual llega el acarreo de la misma, pero resultando en erosión del otro lado, por lo cual se utilizan campos de espigones para mitigar su efecto. Es importante utilizarlos en zonas donde el espigón final no ocasione daños costa abajo.
- **Escolleras:** Son similares a los espigones, aunque generalmente son más largos y su objetivo es estabilizar canales de navega-



Figura 5: Restauración de dunas (fuente: Virginia Institute of Marine Science)



Figura 6: Regeneración de playas en campo de espigones

ción de puertos o marinas o de entrada de agua (en el caso de las termoeléctricas). Al igual que los espigones, generan acumulación de arena de un lado y erosión del otro.

- **Rompeolas:** Los rompeolas para protección costera son generalmente paralelos a la playa o tiene un ligero ángulo y su función es reducir la energía del oleaje en la playa, resultando en la depositación de arena detrás de este. Los rompeolas pueden ser sumergidos o expuestos, cada uno de ellos con sus ventajas y desventajas.
- **Muros, revestimientos y gaviones:** El objetivo de estas estructuras no es proteger la playa si no la infraestructura. Como se mencionó anteriormente, es muy importante estudiar la viabilidad de estas estructuras ya que su uso puede ser contraproducente.
- **Otros sistemas:** Existen otros sistemas menos tradicionales como es el bombeo de agua fuera del lecho de arena que conforma la playa y así se encuentre ésta más consolidada ante el embate del oleaje, así como el uso de geotubos, de estructuras biodegradables, de mallas, etc. Es importante estudiar cada caso para no crear nuevos problemas al usar estos métodos.

## 2.4 RESTAURACIÓN DE AMBIENTES NATURALES EN LA PLAYA

Además del impacto negativo que pueden tener los desarrollos humanos en la costa sobre el medio ambiente, este impacto puede destruir elementos de la naturaleza que sirven de protección contra los peligros concretos. Un caso típico son las dunas costeras, las cuales muchas veces son destruidas para poner una

casa o para que no tapen la vista al mar, sin embargo, las dunas hacen parte integral de las playas y son una excelente estructura de protección contra las inundaciones, el embate de las olas y la erosión. De esta manera, la restauración de dunas es un excelente método de protección costera, que combinado con un relleno de playa es probablemente la mejor alternativa de protección, no sólo protegiendo ante eventos adversos, pero generando hábitat y recuperándose el medio natural.

## 2.5 MANEJO DE RECURSOS COSTEROS

El manejo de los recursos costeros es imprescindible, ya que se actúa sobre los problemas que generan la erosión de las playas. Por ejemplo, crear un plan de manejo de sedimentos a nivel regional puede llevar a que se implementen soluciones para que el sedimento retenido por las presas llegue naturalmente o se coloque en la costa y de esta forma evita el incremento del déficit de arena en las corrientes del litoral. Los trasvases de arena son otra estrategia de manejo, donde la arena atrapada por estructuras de los puertos o sus dársenas y canales de entrada, es dragada y depositada corriente abajo para que se siga alimentando las playas adyacentes. Otro ejemplo importante son los humedales y los manglares, los cuales también actúan para amortiguar el efecto de eventos adversos que generan inundaciones. ❧

Contacto con Paulo Salles y Christian Appendini dentro de la página del Instituto de Ingeniería: [www.ii.unam.mx](http://www.ii.unam.mx)



**SEMANA DE RIESGOS**  
NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS

**CONFERENCIAS:**

lunes 28 de noviembre

**riesgos**

martes 29 de noviembre: riesgos

**sísmicos**

viernes 2 de diciembre: riesgos

**hidrometeorológicos**

miércoles 30 de noviembre: riesgos

**geológicos**

jueves 1° de diciembre: riesgos

**antropogénicos**

**ENTRADA LIBRE**

- CONFERENCIAS
- RECORRIDOS
- EXHIBICIÓN DE CARTELES

**DE 9:30 A 14:00 HRS.**

**DEL 28 DE NOVIEMBRE AL 2 DE DICIEMBRE**  
**AUDITORIO JOSÉ LUIS SÁNCHEZ BRIBIESCA**  
**DE LA TORRE DE INGENIERÍA, UNAM**



## RESUMEN TESIS DE DOCTORADO DE JULIÁN CARRILLO

En la última década se ha incrementado significativamente la construcción de viviendas de baja altura utilizando muros de concreto. Considerando la resistencia inherente de estructuras con muros de concreto, las demandas sísmicas, en términos de fuerzas y desplazamientos, son relativamente bajas y, por lo tanto, se utilizan muros con baja resistencia de concreto (entre 15 y 20 MPa) y espesor reducido (100 mm). Adicionalmente, en zonas donde las demandas sísmicas son tan bajas que no controlan el diseño, el refuerzo mínimo a cortante de los muros especificado en las normas mexicanas modelo (Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, NTC-C, 2004), parece ser excesivo para controlar el agrietamiento por tensión diagonal. Por consiguiente, en la práctica es común el uso de cuantías menores que las mínimas especificadas en NTC-C y refuerzo a cortante en el alma formado por mallas de alambre soldado. Sin embargo, esta práctica carece de un sustento técnico robusto. Además, debido a las características particulares de los muros, los modelos de predicción, los parámetros de diseño y los requisitos en los reglamentos vigentes, no son directamente aplicables. Aun más, su aplicación conduce a un incremento no justificado del costo de la vivienda.

Con el objeto de desarrollar recomendaciones para construcción, análisis y diseño sísmico de muros de concreto para vivienda de baja altura, se llevó a cabo un estudio experimental y analítico. Este estudio permitió, además, correlacionar los resultados medidos durante ensayos dinámicos y cuasi-estáticos. El programa experimental incluyó el ensayo en mesa vibradora de los especímenes más representativos ensayados bajo carga lateral cíclica

en etapas preliminares: cuatro muros cuadrados y dos muros con aberturas. Sin embargo, en el estudio también se utilizaron los resultados experimentales de 25 especímenes ensayados bajo carga lateral cíclica. Las variables estudiadas fueron la relación de aspecto altura-longitud del muro (0.5, 1.0 y 2.0), el tipo de concreto (peso normal, peso ligero y autocompactable), la cuantía de refuerzo a cortante en el alma (0.125% y 0.25%) y el tipo de refuerzo (barras convencionales y malla de alambre soldado).

Utilizando un enfoque de diseño sísmico por desempeño, se desarrolló un modelo envolvente para estimar el comportamiento carga-desplazamiento de muros para vivienda de baja altura. Adicionalmente, se proponen recomendaciones para estimar los parámetros principales para diseño sísmico (rigidez, periodo fundamental de vibración y factores de comportamiento sísmico), y se recomiendan valores de las cuantías de refuerzo a cortante en función de la demanda sísmica. Los objetivos de desempeño se definieron en términos de valores límite de parámetros representativos de la respuesta estructural, tales como distorsión permisible de entrepiso, anchura de grietas residuales e índices de daño. Para correlacionar cuantitativamente la respuesta medida en ensayos dinámicos y cuasi-estáticos, se desarrollaron modelos de degradación de rigidez y de resistencia. Se proponen recomendaciones para análisis, diseño y construcción de muros para vivienda de baja altura; se planean recomendaciones puntuales a la NTC-C. Teniendo en cuenta el enfoque práctico de las recomendaciones propuestas, se considera que éstas son una herramienta robusta para que los diseñadores y desarrolladores de reglamentos evalúen la efectividad de los procedimientos de diseño disponibles y promuevan una vivienda segura y económica ante sollicitaciones sísmicas. ❧



# PUMAGUA

Agua saludable, acción de todos

VISITA NUESTRA NUEVA PÁGINA

[www.pumagua.unam.mx](http://www.pumagua.unam.mx)



# UNAMente abierta

reconoce que las mujeres  
tienen los  
mismos derechos  
que los hombres



Igualdad entre  
mujeres y hombres

Nuestra manera de ser Pumas



## DIRECTORIO

### UNAM

**Rector**  
Dr José Narro Robles

**Secretario General**  
Dr Eduardo Bárzana García

**Secretario Administrativo**  
Lic Enrique del Val Blanco

**Secretario de Desarrollo Institucional**  
Dr Héctor Hiram Hernández Bringas

**Secretario de Servicios a la Comunidad**  
MC Ramiro Jesús Sandoval

**Abogado General**  
Lic Luis Raúl González Pérez

**Coordinador de la Investigación Científica**  
Dr Carlos Arámburo de la Hoz

**Director General de Comunicación Social**  
Enrique Balp Díaz



### INSTITUTO DE INGENIERÍA

**Director**  
Dr Adalberto Noyola Robles

**Secretario Académico**  
Dr Ramón Gutiérrez Castrejón

**Secretario de Planeación y Desarrollo Académico**  
Dr Francisco José Sánchez Sesma

**Subdirector de Estructuras y Geotecnia**  
Dr Manuel Jesús Mendoza López

**Subdirector de Hidráulica y Ambiental**  
Mtro Víctor Franco

**Subdirector de Electromecánica**  
Mtro Alejandro Sánchez Huerta

**Secretario Administrativo**  
CP Alfredo Gómez Luna Maya

**Secretario Técnico**  
Arq Aurelio López Espíndola

**Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación**  
Fis José Manuel Posada de la Concha

### GACETA II

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual éste muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, cursos y talleres que imparte, reportajes de interés e información 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, 04360, México, DF. Tel 5623 3615.

Editor responsable  
Fis José Manuel Posada de la Concha

Reportera  
Lic Verónica Benitez Escudero

Colaboradores  
I Q Margarita Moctezuma Riubí  
L en H Israel Chávez Reséndiz

Diseño  
Lic Ruth Pérez

Impresión  
Haz Sinápsis SA de CV

Distribución  
Fidela Rangel



*Escribir bien un trabajo científico no es una cuestión de vida o muerte; es algo mucho más serio.* Robert A Day<sup>1</sup>



## CLARO, CONCISO y FIDEDIGNO

La UNESCO<sup>2</sup> afirma: "la finalidad esencial de un artículo científico es comunicar los resultados de investigaciones, ideas y debates *de una manera clara, concisa y fidedigna*; la publicación es uno de los métodos inherentes al trabajo científico. Es preciso establecer estrategias de publicación bien elaboradas y seguir con conocimiento de causa una serie de normas adecuadas *para facilitar el intercambio entre científicos de todos los países y reducir a proporciones razonables el incremento del volumen de publicaciones*".

Este autorizado párrafo me motiva a insistir en los aspectos esenciales del estilo científico que son desatendidos —o desconocidos— con frecuencia, sobre todo por investigadores y técnicos incipientes:

## CLARIDAD Y CONCISIÓN

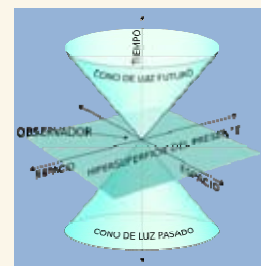
Este estilo debe ser sencillo y puntual. Con palabras inequívocas, exactas, bien conocidas, sin ambigüedad y cuando se usen términos inusuales, traducidos de otra lengua o recién creados, deberán definirse para esclarecer lo que significan. El orden sirve para reflejar y enfatizar la línea lógica del razonamiento, en capítulos, subcapítulos, secciones y párrafos, así como lo hace, a su vez, el uso inteligente de la puntuación. Para cada trabajo o parte de él hay un orden lógico mejor (inductivo, deductivo, cronológico, analítico, sintético, etc) o una combinación de ellos. En ciencia, los artículos para publicación suelen seguir el orden estructural básico conocido como IMRCYD: introducción, métodos, resultados, conclusiones y discusión. Una buena secuencia lógica conduce a la mejor comprensión de ideas novedosas, sobre todo si su camino es limpio, sin recovecos ni adornos. Cuando la sintaxis es sencilla y correcta, las ideas fluyen con más facilidad. Al redactar, **menos es más**, si ese "menos" contiene **todo lo esencial** en el orden conveniente y está limpio de lo superfluo. La maestra Carmen Meda enseñó a eliminar incluso detalles menores en aras de limpiar lo innecesario y reducir volumen, así corregía: *por lo tanto* y *a nivel nacional*. Cito algunos otros ejemplos simplificantes, aunque recomiendo cuidado con ellos, pues cada contexto es diferente y no se trata de eliminarlos por consigna:

- Mayor competencia ~~de parte de~~ las universidades...
- Uno de sus atractivos ~~se relaciona con~~ es la disponibilidad de recursos humanos...
- Las líneas ~~de guion y espacio que se muestran en~~ **discontinuas** de la figura ~~se pueden utilizar para~~ **propósitos de sirven para** diseño y **para propósitos de** revisión del comportamiento sísmico.
- Se estableció el valor arbitrario ~~igual a~~ de 1.05...

Otra forma de decir lo mismo pero más directamente es evitar el queísmo, es decir el uso excesivo de frases con **que**: el árbol que se cayó, las probetas que se esterilizaron, los edificios que se pintaron, pueden calificarse más sencillamente con participios pasados: caído, esterilizadas, pintados.

## CONFIABILIDAD

Como casi todos saben, *fidedigno* significa digno de fe. Aplicado a los artículos científicos alude a la confiabilidad de que dicen la verdad. Los autores van creando una reputación personal en su área científica, pero tienen que seguir, desde su inicio en la investigación, las formalidades establecidas por la práctica editorial y la ética científica, que son revisadas periódicamente. La base más seria de la confiabilidad de un trabajo son las **referencias** en que se apoya, además de la forma de presentarlas. Las que se refieren a publicaciones universitarias y son revisadas por pares suelen ser más fiables y verificables, que las que no, o las comunicaciones personales o de prensa. Algunos de los protocolos usados en las publicaciones científicas no son solo marcos limitantes, deben verse como formas que facilitan y agilizan la presentación de los trabajos, porque en su marco la secuencia lógica ya está constituida en gran parte y es común a los lectores y autores, ambos acostumbrados a comunicarse en un mismo tipo de lenguaje.



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

<sup>1</sup>Robert Day, autor de *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*, redacta con humor inteligente y es una referencia esencial en este tema.

<sup>2</sup><http://www.angelfire.com/sk/thesishelp/artic.html>, Leticia Artilles Visbal, *Revista Cubana de Medicina General Integral* (consultada en oct 2011).



# series instituto, de Ingeniería

**CASI 700 TÍTULOS DE TODAS  
LAS ÁREAS DE LA INGENIERÍA.  
DESCARGA GRATUITA**

**SERIE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (AZUL)**

- Investigaciones del Instituto de Ingeniería
- Arbitradas por especialistas nacionales e internacionales
- En español o inglés

**SERIE MANUALES (VERDE)**

- Normas, reglamentos, manuales, bases de datos

**SERIE DOCENCIA (OCRE)**

- Temas especializados de cursos universitarios

**INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM**

**<http://www.ii.unam.mx> (PUBLICACIONES)**

- Gratuitamente accesibles en todo el mundo
- Catálogo (2009-1956)
- Instrucciones a los autores

**Inf: 56 23 36 00 ext 8114**

