

**EDITORIAL: EL PLAN DE DESARROLLO ESTÁ EN MARCHA. SE IDENTIFICA LA NECESIDAD DE ESTABLECER UNA POLÍTICA DE IDT EN EL INSTITUTO**

**EL INSTITUTO DE INGENIERÍA HACIA EL 2020**

**PREMIO HEBERTO CASTILLO MARTÍNEZ, EDICIÓN 2012**

*unam*  
donde se construye el  
*futuro*

## Entrevista a Ramón Gutiérrez Castrejón

Portada: cámara para altas presiones (GCTS)

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



EDITORIAL 2 • PREMIOS Y DISTINCIONES 3 • NOTICIAS Y ACONTECIMIENTOS ACADÉMICOS 3 •  
NOTICIAS Y ACONTECIMIENTOS ACADÉMICOS 5 • ENTREVISTA 11 • IMPACTO DE PROYECTOS 13 •  
REPORTAJES DE INTERÉS 16 • REDACCIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA 22 •



## EL PLAN DE DESARROLLO ESTÁ EN MARCHA. SE IDENTIFICA LA NECESIDAD DE ESTABLECER UNA POLÍTICA DE IDT EN EL INSTITUTO

El Plan de Desarrollo 2012-2016 (PD 2012-2016) ya está disponible en la página *web* del Instituto (en la pestaña “Organización” del menú de la portada). Ese documento también ya ha sido entregado a la Dirección General de Planeación de la UNAM, como indica la normativa institucional. Además, se ha enviado a la Coordinación de la Investigación Científica y a la Coordinación de Planeación, Presupuestación y Evaluación. Los invito atentamente a consultarlo y a emitir sus comentarios, ya que es un plan vivo y dinámico; pero, sobre todo, hago un llamado a toda la comunidad de nuestro instituto para que se manifieste y participe en alguno de sus ocho proyectos, o específicamente en ciertas de las acciones propuestas. Solo con la colaboración de los miembros de nuestra entidad académica podremos cumplir las ambiciosas metas que fija el nuevo PD.

El PD 2012-2016 identifica los retos presentes y futuros del Instituto de Ingeniería, se basa en los avances del plan anterior y se alinea con el Plan de Desarrollo de la UNAM 2011-2015. Incorpora la propuesta de trabajo del director, las consideraciones vertidas en el pasado proceso de auscultación y, sobre todo, toma en cuenta la opinión de la comunidad. También incluye la visión prospectiva del Instituto en el año 2020, derivada del ejercicio realizado por las coordinaciones en 2011, con el objeto de levantar la mira a un mayor plazo y así tomar decisiones en forma oportuna.

Este Plan incorpora decenas de acciones propuestas por la comunidad del Instituto durante las sesiones de revisión e integración de sus ocho proyectos, enriquecidas por las necesidades identificadas en las células de las coordinaciones preparadas en 2011. Estas acciones se enfocan hacia mejorar el quehacer académico, propiciar los cambios más adecuados en su organización y forma de trabajo, favorecer el desempeño de la comunidad en sus tareas sustantivas y, como consecuencia, mantener el reconocimiento y el prestigio del que goza nuestra entidad académica. No todas podremos concluir las o iniciarlas, pero constituyen la base del trabajo de largo plazo que nos llevará a la necesaria transformación del Instituto frente a los retos de los próximos lustros, y al logro de la imagen-objetivo que recibió un amplio apoyo por parte de la comunidad académica.

Varios aspectos ya han surgido de la discusión que suscitó el PD 2012-2016, algunos no previstos inicialmente. Entre ellos, se identifica la necesidad de definir una política de investigación y desarrollo tecnológico (IDT) para el Instituto de Ingeniería, con el objeto

de avanzar con paso firme hacia su transformación y su adaptación a los nuevos tiempos y necesidades de México. Esta política institucional de IDT deberá conjuntar la pertinencia y el rigor académico con la originalidad y la innovación, de tal forma que incorpore los resultados y hallazgos de su trabajo académico y de investigación a la solución de problemas relevantes, y que proteja la propiedad intelectual e incentive su transferencia a la sociedad. Necesariamente, esa política deberá estimular la comunicación estrecha de los académicos con los patrocinadores y usuarios finales.

Los cuatro componentes que serán los impulsores para conformar la política de IDT del IUNAM son los siguientes:

- 1.- Estimular la creatividad y la identificación del componente innovador en los proyectos.
- 2.- Hacer de la planeación una herramienta para fomentar proyectos que impliquen retos tecnológicos en las áreas de oportunidad identificadas.
- 3.- Estructurar esquemas de monitoreo e inteligencia tecnológica para detectar oportunidades de desarrollo para la investigación en ingeniería.
- 4.- Concretar alianzas estratégicas con empresas tecnológicas, instituciones de educación superior y centros de investigación, para fortalecer y completar las competencias internas.

Esta política fomentará que en buena parte de los proyectos que realice el Instituto de Ingeniería se incorpore un análisis sobre inteligencia tecnológica, se identifique el componente innovador del proyecto y se evalúe la pertinencia de su protección industrial. En ciertas ocasiones incluso se considerará la viabilidad de apoyar la creación de empresas de base tecnológica a partir de los resultados de la investigación. Para lograr lo anterior, se trabajará en la integración de un modelo estratégico de investigación y tecnología (MEIT) que dará sustento a las actividades de IDT, con base en el rigor académico, la originalidad de las soluciones y el impacto en la sociedad.

Reitero la invitación, ya expresada arriba, a sumarse a las actividades del PD 2012-2016. En función de su tiempo y de sus intereses académicos podrán identificar en qué proyecto o acciones específicas desean colaborar. Sumemos esfuerzos para avanzar hacia la visión del Instituto de Ingeniería de la tercera década del siglo XXI.

**Adalberto Noyola**  
Director





### PREMIO DE INGENIERÍA DE LA CIUDAD DE MÉXICO 2012 Y PREMIO A LA MEJOR TESIS EN INGENIERÍA AMBIENTAL 2012 A FABRICIO ESPEJEL AYALA

Fabricio Espejel Ayala, becario del Instituto de Ingeniería de la UNAM, recibió el premio a la Mejor Tesis de Doctorado en Ingeniería Ambiental 2012, que otorga el Colegio de Ingenieros Ambientales de México, y el premio de Ingeniería de la Ciudad de México 2012 del gobierno del Distrito Federal. Ambos reconocimientos se deben a la investigación doctoral *Síntesis de Zeolitas a partir de jales mineros para la remoción de metales presentes en agua*, que realizó bajo la supervisión de la doctora Rosa María Ramírez Zamora, investigadora del IIUNAM.

El primero de los premios se lo entregó Martha Delgado Peralta, secretaria de Medio Ambiente del gobierno del D. F., en el WTC de la ciudad de México el 27 de septiembre, durante la clausura de la Expo Green y del XX Congreso Internacional Ambiental, donde expertos nacionales e internacionales presentaron más de 130 ponencias sobre temas ambientales y acciones que se toman con el propósito de alcanzar la economía verde en nuestro país.

Por otro lado, el Premio de Ingeniería de la Ciudad de México, que se otorga a los profesionales de la ingeniería que hayan realizado una contribución relevante en este campo de conocimiento en beneficio de la población, tiene como objetivo reconocer el esfuerzo y el talento de los ingenieros, cuyo trabajo fomenta el desarrollo de nuevos procesos o servicios y nuevas tecnologías para la administración, gestión de recursos humanos o información, así como el mejoramiento de las establecidas para la protección al medioambiente y el incremento de la seguridad e higiene industrial, entre otras aplicaciones. El reconocimiento lo recibió en un desayuno ofrecido a los galardonados, en el que estuvo presente el Lic. Marcelo Ebrard, jefe del gobierno capitalino, el pasado 4 de octubre. ¡Enhorabuena! 🍀



### PREMIO HEBERTO CASTILLO MARTÍNEZ, EDICIÓN 2012

El doctor Francisco José Sánchez Sesma se hizo acreedor al premio Heberto Castillo Martínez, edición 2012 en la modalidad “Científicas y científicos mexicanos consagrados mayores de 45, en el área de tecnologías urbanas” que otorga el gobierno del Distrito Federal, a través de su Instituto de Ciencia y Tecnología.

Este reconocimiento se suma a los muchos que ha recibido el doctor Sánchez Sesma, quien se ha dedicado al estudio de la propagación de ondas sísmicas, buscando entender los efectos de las condiciones de la topografía y geología locales en las características de los temblores, su verificación experimental y su modelación matemática. Estos conceptos se aplican en la práctica para el diseño sísmico de estructuras. Con otros colegas de la UNAM ha contribuido a entender las causas de la amplificación sísmica en el valle de México y a establecer criterios para diseñar estructuras seguras ante la ocurrencia de sismos.

Recientemente, el doctor Sánchez Sesma ha contribuido a formalizar teóricamente métodos empíricos para la regionalización sísmica. Estos métodos están basados en el uso del ruido sísmico ambiental.

En la carta de presentación al premio los investigadores eméritos del IIUNAM señalaron que Francisco José Sánchez Sesma, por sus numerosas contribuciones a la ciencia y la técnica, por su esfuerzo para consolidar instituciones y por su participación en la formación de investigadores, es un candidato excelente para concursar por el Premio Ciudad Capital: Heberto Castillo Martínez, edición 2012. Evidentemente, el jurado calificador confirmó lo anterior con su decisión.

¡Muchas felicidades a Paco por este nuevo y merecido reconocimiento! 🍀





## MARIO ALBERTO CHIORINO EN EL IIUNAM

Mario Alberto Chiorino, profesor emérito del Departamento de Ingeniería Estructural y Geotecnia del Politécnico de Turín, con intensa participación en comisiones internacionales sobre estructuras de concreto, presentó dos conferencias en el Instituto de Ingeniería el pasado 29 de octubre. La primera trató sobre el análisis estructural y la conservación de construcciones históricas, en particular el caso de estudio de Vicoforte, que es el domo elíptico más largo del mundo; y la segunda fue sobre el análisis de las estructuras de concreto considerando la variación de sus propiedades con el tiempo.

En la primera el profesor hizo un análisis completo de esta estructura que presenta características muy especiales y una reseña de la problemática de las cúpulas de grandes claros. En la segunda el objetivo principal del profesor fue resaltar lo importante que es tomar en cuenta la variación de las propiedades de las estructuras en las diferentes etapas de su construcción. Hizo una relación de los criterios y metodologías para tomar en cuenta los efectos del flujo plástico del concreto, con énfasis en las recomendaciones de las instituciones europeas y en las del



Instituto Americano del Concreto (ACI, por sus siglas en inglés). El objetivo debe ser construir estructuras confiables en términos de su seguridad estructural y de su durabilidad.

Agradecemos al profesor Chiorino haber compartido sus conocimientos y experiencias con la comunidad universitaria. 🇲🇽

---

## SEMINARIO “PROYECTOS PATROCINADOS –SERVICIO CON CALIDAD–”



El 9 de octubre se impartió el seminario “Proyectos patrocinados –servicio con calidad–” en el salón de seminarios Emilio Rosenblueth, a cargo de Luis Francisco Sañudo y Carlos Gómez Chico. Los objetivos del seminarios fueron valorar la trascendencia de los aspectos clave en la atención de los proyectos patrocinados; identificar los aspectos que el IIUNAM pretende que sean cuidados e implementados para brindar un servicio de calidad; transmitir los factores que deben considerarse durante el desarrollo de un proyecto patrocinado para proporcionar un servicio de calidad, buscando la satisfacción del patrocinador y construyendo una relación a largo plazo; e invitar a un líder de proyecto del Instituto con probada experiencia, con el cual se podrán inter-



cambiar puntos de vista e inquietudes específicas, que en esa ocasión fue el Dr. Gabriel Auvinet.

El seminario fue dirigido al personal académico, específicamente a técnicos académicos y al personal de apoyo que actualmente está involucrado en el desarrollo de un proyecto patrocinado. También se invitó a líderes de proyectos que deseaban aportar sus experiencias para enriquecer el seminario. 🇲🇽

Informes:

Andrea Díaz Fernández: [adiazf@iingen.unam.mx](mailto:adiazf@iingen.unam.mx)

Carlos Gómez Chico: [cgomezchicoc@iingen.unam.mx](mailto:cgomezchicoc@iingen.unam.mx)

---



## SEMINARIO IDRC-IIUNAM

“Tratamiento de aguas residuales en el contexto del cambio climático: gases de efecto invernadero y análisis de ciclo de vida” fue el título del seminario que se llevó a cabo el pasado 31 de octubre en el auditorio José Luis Sánchez Bribiesca, organizado por el Instituto de Ingeniería y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, por sus siglas en inglés).

Durante el seminario se abordaron temas sobre tratamiento de aguas residuales en América Latina y el Caribe con el enfoque del cambio climático; tratamiento de aguas residuales en algunos municipios de Brasil y los impactos ambientales de las PTARS. También se presentó el inventario de emisiones de GEI y cambio climático: visión europea, así como la aplicación de proyectos para la reducción de GEI en el sector del agua y del saneamiento.



Otros temas de interés fueron la infraestructura ambiental básica de carbono, la plataforma para el desarrollo del mercado del carbono en las PTARS y la política mexicana del cambio climático.

Las ponencias estuvieron a cargo de especialistas altamente reconocidos en el campo de la ingeniería ambiental, entre los que se encontraban Santiago Gassó y José María Baldasano, de España; Carlos A. Chernicharo, de Brasil; Elba Vivanco y Rolando A. Chamy, de Chile; y Patricia Güereca, Israel Laguna, Linda Riva Palacio y Adalberto Noyola, de México.

El seminario tuvo una asistencia de entre 60 y 70 personas, entre industriales y funcionarios del gobierno, académicos y estudiantes. El seminario tuvo mucho éxito y sirvió para intercambiar experiencias profesionales y para conocer los trabajos que se están llevando a cabo en diferentes partes del mundo.

Previamente al seminario, durante dos días se llevó a cabo el III Taller Internacional del Proyecto IDRC-UNAM: “Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el tratamiento de aguas residuales de América Latina y el Caribe al adoptar procesos y tecnologías más sustentables”. El taller fue útil debido a que los asesores del proyecto emitieron su opinión sobre los resultados obtenidos y sugirieron cómo encaminar el cierre del proyecto. Estuvieron presentes los ponentes del seminario y Cassia Ugaya participó por videoconferencia desde Brasil en la sesión donde se presentaron los avances en el tema de análisis de ciclo de vida con el enfoque social. Nos acompañaron también colegas del Centro Mario Molina y los integrantes del grupo de trabajo del proyecto. 🚩

---

## HERRAMIENTAS ELSEVIER

Con el fin de que el personal académico, los estudiantes y los becarios del IIUNAM conozcan las nuevas herramientas de Elsevier y puedan utilizarlas al máximo, la USI (Unidad de Servicios de Información) organizó una plática donde se presentaron las bondades de este sistema.

La UNAM cuenta con estos programas, y la idea es que no solo los investigadores hagan uso de ellos, sino que estudiantes de todos los niveles estén informados de que tienen acceso a técnicas de búsqueda de información altamente especializada, incluso que es posible medir y evaluar la producción científica.

Juan Miguel Juárez, instructor de Elsevier, explicó las múltiples formas que hay para buscar información, y Guillermina Sánchez, coordinadora de la USI, agradeció a los presentes haber asistido

a la plática y aprovechó para invitarlos a que, en caso de tener alguna duda en el manejo de estas herramientas, se dirijan a esta Unidad para que los orienten adecuadamente. 🚩





## COMPETITIVIDAD DE LA CARGA AÉREA EN MÉXICO

El proyecto “Competitividad de la carga aérea en México: análisis de la situación actual de las operaciones, infraestructura y concesiones en logística de carga aérea”, realizado para la Secretaría de Economía del Gobierno federal por Juan Pablo Antún, Angélica Lozano, Rodrigo Alarcón y Roberto Magallanes, con la colaboración de Balduino González, Juan Pablo Torre, Benjamín Pacheco, David Rivero, Luis López, Sergio Castillo y Lizette Torres, del Laboratorio de Transporte, Logística, Tráfico y Sistemas Territoriales (LTLST), fue seleccionado e invitado por el Banco Interamericano de Desarrollo para su presentación en el 2º Diálogo Regional de Políticas: Transporte Aéreo en Miami, el 17 y 18 de octubre 2012, donde participaron los Ministros de Transporte de los países latinoamericanos y del Caribe.

También fue presentado por invitación del Consejo Mexicano del Transporte (CMET) en la Sesión 4 Transporte Aéreo del 2º Foro Internacional del CMET: México Plataforma Logística de América, en el Centro de Exposiciones BANAMEX de la ciudad de México los días 23 y 24 de octubre 2012. Cabe señalar que en la exposición realizada en oportunidad del foro, la Unidad de



Terminales de carga aérea en el aeropuerto de la ciudad de México  
Fuente: elaboración propia con imagen de Google Earth

Promoción y Comunicación de la Secretaría Académica del Instituto instaló un puesto con carteles que resumían los proyectos realizados por el LTLST en los últimos 10 años. ❧

Para saber más, visite  
<http://events.iadb.org/calendar/eventDetail.aspx?lang=es&id=3554&SP=Y&y>  
y <http://www.cmet.com.mx/index.php/foro2012/conferencias2012>.

## CIUDADES COMPETITIVAS SUSTENTABLES

El desarrollo de ciudades competitivas sustentables fue el tema que presentó Luis Javier Castro Castro, quien dividió su ponencia en dos partes: la primera trató sobre la historia *non grata* del desarrollo urbano de 1976-2012, y la segunda sobre la nueva visión de acorde con la realidad actual.

Mencionó que desafortunadamente no se ha llevado una política nacional de financiamiento para la vivienda social sustentable y que esta es una de las causas por las que nuestras ciudades cada vez están peor.

Recordó que Brundtland fue el primero en definir, en 1987, el concepto de “desarrollo sustentable”, y lo hizo como el desa-

rollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de satisfacer la de las futuras generaciones.

“En realidad –dijo– podemos definir el desarrollo urbano de 1976-2012 como una historia *non grata*, ya que la mayor parte de este periodo (1976-1994) fuimos un país altamente centralista; la dinámica de desarrollo de nuestras ciudades se comportó de acuerdo a la economía cerrada del país que prevaleció principalmente hasta 1994. Además, la planeación urbana en México se puede calificar como un fracaso, y la metodología de planeación urbana que se usa es obsoleta, ya que tuvo sus inicios en los 60 en países socialistas con estructuras y decisiones altamente controladas desde los gobiernos centrales, principalmente en la extinta URSS.”





Dijo que lo que se puede hacer para inducir a la creación de ciudades competitivas y sustentables es armar una estrategia donde “todos ponen y todos ganan”. Hay que establecer políticas públicas que incidan positivamente en el desarrollo de ciudades a través de incentivos; política pública nacional de ciudades donde se integre la inversión pública con la privada y la social; crear áreas de crecimiento específico sustentables (ACES) para ofertar masivamente suelo para usos mixtos, principalmente a través de “asociaciones públicas privadas en zonas aptas en las ciudades, y a partir de ellas generar nuevas fuentes de financiamiento de vivienda social, infraestructura, equipamiento y servicios urbanos obtenidas por las plusvalías derivadas de la obra pública dentro de las ACES”. Planear infraestructura urbana siempre con una visión

y un enfoque para que se pueda fomentar la productividad integral de la ciudad.

También mencionó que “para lograr tener ciudades competitivas y sustentables es importante contar con un desarrollo local y con la competitividad de la ciudad, el fortalecimiento institucional, el marco legal y normativo fortalecido con incentivos, y la infraestructura para el desarrollo económico, social y ambiental”.

“En el desarrollo de una ciudad o de un clúster de ciudades hay que considerar sus vocaciones económicas actuales, fomentar la diversificación económica, tener la infraestructura urbana necesaria, y fomentar la exportación y atraer inversión extranjera directa” –concluyó. 🚧

---

## SEMANA VERDE EN EL INSTITUTO DE INGENIERÍA

El 10 de septiembre el doctor Adalberto Noyola, director del IIUNAM, inauguró la Semana Verde 2012 “Energía sostenible para todos”. Este acontecimiento se incluye dentro de las actividades que organiza la rectoría de la UNAM para crear conciencia sobre la importancia del ahorro de energía. Durante el evento, en el auditorio José Luis Sánchez Bribiesca, se impartieron 26 conferencias sobre temas de energía sostenible, cambio climático, residuos, agua y sustentabilidad. Dieciséis de los ponentes forman parte de los académicos del IIUNAM, tres del INE, dos del IGEOF, uno del CCA, uno de la FI, uno más de la CONAVI, otro del FIDE y un consultor experto en agua potable.

Además el Dr. José Narro, rector de la UNAM, declaró formalmente abierto el Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos (AIEST), en el que participarán varias dependencias y entidades académicas de la UNAM.

El Dr. Alipio Calles, coordinador de los trabajos, mencionó que la ONU declaró el 2012 como el AIEST. Afirmó que casi todas las entidades de la UNAM, empezando por las del SIC, van a participar organizando actividades de todo tipo: concursos, talleres, libros de divulgación, conferencias, etc.

Dentro de los temas que se presentaron a lo largo de la semana, le correspondió al secretario técnico del IIUNAM, Aurelio López, comentar las acciones emprendidas en las instalaciones del Instituto para ahorrar energía eléctrica. Por su parte, José Luis Fernández, director del SNI, afirmó que la estrategia de copiar innovaciones de otras naciones es cosa del pasado y que las sociedades son más eficientes cuando son capaces de apropiarse

de su entorno. El Dr. Adalberto Noyola explicó lo importante que es un buen manejo de las aguas residuales, porque estas contribuyen a la emisión de GEI. La Dra. Patricia Güereca dijo que el IIUNAM trabajó el primer inventario de emisiones de GEI dentro de las acciones del proyecto RAM. Otros temas que despertaron gran interés fueron el de las energías marinas, que presentó el Dr. Rodolfo Silva, y el de producción de energía eléctrica a partir de biomasa por medio de un gasificador, que presentó el Dr. Javier Aguillón.

La Semana Verde tuvo una gran aceptación; en total se registraron 750 asistentes, entre estudiantes de licenciatura y bachillerato e interesados en el tema de la sustentabilidad. 🚧





## NOMBRAMIENTOS DE LA IAEE

La Asamblea General de Delegados de la Asociación Internacional de Ingeniería Sísmica (IAEE, por sus siglas en inglés) le otorgó al doctor Roberto Meli Piralla el nombramiento de miembro honorario de dicha asociación. El presidente de la IAEE, el profesor Polat Gülkan, le comunicó lo anterior al doctor Meli y subrayó que es un gusto para él informarle de dicho nombramiento, y que este título lo reciben únicamente aquellos que han tenido una brillante trayectoria y cuyos logros y aportaciones han sido relevantes en el campo de la ingeniería sísmica. Mencionó que, como miembro honorario, el doctor Meli ahora será parte del Comité Ejecutivo de los miembros consultores.

Por otra parte, la junta del Comité Ejecutivo de la Asociación Internacional de Ingeniería Sísmica ha elegido al doctor Mario Ordaz Schroeder director del Comité Ejecutivo para el periodo 2012 a 2016, con posibilidad de reelegirse, ya que así lo establecen los estatutos de la Asociación. El profesor Polat Gülkan felicitó a Mario Ordaz y le informó que la elección se llevó a cabo entre los pares, quienes reconocieron sus aportaciones así como su muy destacada trayectoria en el campo de la reducción de riesgos sísmicos en el mundo.

¡Felicidades a ambos! 🎉

## PRESIDENCIA DEL ACI SECCIÓN CENTRO Y SUR DE MÉXICO XVIII CONSEJO DIRECTIVO 2012-2013

POR CARLOS MÁXIMO AIRE UNTIVEROS

El pasado miércoles 29 de agosto de 2012 se llevó a cabo el cambio de mesa directiva de la American Concrete Institute (ACI) Sección Centro y Sur de México. Durante la ceremonia el Ing. Eduardo Hiriart, presidente de la XVII Mesa Directiva del ACI, agradeció a la empresa patrocinadora del evento, BASF Mexicana, y a sus representantes, los ingenieros Jorge Esqueda Querol y Rodrigo Elías, quienes presentaron la conferencia Fibra MAC Matrix.

El American Concrete Institute (ACI) es una sociedad técnica y educacional que inicia sus actividades en Estados Unidos en 1904, con la convicción de mejorar el diseño, la construcción, la fabricación y la reparación de estructuras de concreto, y de promover estándares en la construcción. En la actualidad el padrón de técnicos y profesionales inscritos supera los 22 000 socios en

todo el mundo, todos ellos agrupados en secciones locales e internacionales del ACI.

La Sección Centro y Sur de México del ACI es reconocida oficialmente el 17 de agosto de 1990 y desde entonces publica boletines y revistas técnicas informativas y realiza seminarios y cursos con el fin de fomentar los conocimientos entre sus socios y personas profesionales o estudiantes interesados en ampliar sus investigaciones.

En esta ceremonia del cambio de mesa directiva se rindió homenaje a los ingenieros Luis García Chowell y Agustín Rego Espinosa por su brillante trayectoria como miembros activos del ACI Sección Centro y Sur de México. En esta ocasión tan especial los

**Sección Ciudad de México del American Concrete Institute**

**Programa de certificación para Supervisor de obras de concreto**

**Objetivo:** El objetivo de este programa es capacitar al personal de obra para que pueda supervisar y controlar la calidad del concreto en las obras de construcción de edificios de altura y estructuras de concreto armado.

**Requisitos de certificación:** El aspirante a supervisor de obras de concreto debe haber cursado con éxito el curso de certificación y haber aprobado el examen de certificación.

**Requisitos académicos mínimos:** Licenciatura en Ingeniería Civil o equivalente.

**Temario:**

- Normas de supervisión
- Requisitos de supervisión
- Requisitos de control de calidad

**Fecha de inscripción:** 17 de noviembre de 2012

**Fecha de examen:** 17 de noviembre de 2012

**Sección Ciudad de México del American Concrete Institute**

**Programa de Certificación para Técnico en pruebas de campo grado I**

**Objetivo:** El objetivo de este programa es capacitar al personal de obra para que pueda realizar pruebas de campo de concreto en las obras de construcción de edificios de altura y estructuras de concreto armado.

**Requisitos de certificación:** El aspirante a técnico en pruebas de campo grado I debe haber cursado con éxito el curso de certificación y haber aprobado el examen de certificación.

**Requisitos académicos mínimos:** Licenciatura en Ingeniería Civil o equivalente.

**Temario:**

- Normas de supervisión
- Requisitos de supervisión
- Requisitos de control de calidad

**Fecha de inscripción:** 17 de noviembre de 2012

**Fecha de examen:** 17 de noviembre de 2012



Toma de protesta de la Mesa Directiva XVIII del ACI. M. en I. Luis Rocha Chiu, M. en I. Arturo Gaytan Covarrubias, Ing. Martha Sánchez Armendáriz, Ing. Víctor Rodríguez Valencia, Ing. Raúl Huerta Martínez y M. en I. Gustavo Montoya Aguilar







*Después me fui a trabajar dos años a Zurich, al Swiss Federal Institute of Technology (o ETH), reconocido como uno de los centros de investigación más productivos de Europa. Lo que ahí se hacía era de carácter aplicado y estaba enfocado a la industria. De hecho tenían una empresa de base tecnológica que surtía a la industria de las telecomunicaciones, y pude comprobar que para desarrollar tecnología de alto nivel necesitas tener buenas bases de física y matemáticas.*

*No cabe duda de que lo perfecto cansa, así es que me aburrí de esa vida y me fui a trabajar a EUA en una compañía importante e innovadora, donde se desarrollaron las primeras fibras ópticas, pero vino el suceso de las Torres Gemelas, y con esto empezó un descenso en la economía, y en general un deterioro del ambiente de ese país; así es que decidí regresar a México.*

*Empecé a buscar trabajo y estuve un año desempleado. Exploré posibilidades en el INAOE, el CINVESTAV, hasta que una amiga me aconsejó que probara en el IUNAM, y así lo hice. Busqué a Luis Álvarez, porque fue mi maestro y era al único que conocía; le entregué mi cv, le interesó, me dijo que quería impulsar el área de las telecomunicaciones y en ese momento se lo planteó a Francisco José Sánchez Sesma, que era el director, pero justo Paco estaba terminando su periodo, y esto retrasó las cosas. En ese entonces me salió una oferta de empleo en Corea, fui para allá y estuve a punto de quedarme a trabajar ahí, pero no me decidí porque la vida y la comida (soy alérgico al pescado) allá son muy diferentes. Además, yo ya quería establecerme en un lugar. Mientras tanto, tomó la dirección Sergio Alcocer Martínez de Castro, tuve la suerte de que hubiera una plaza disponible y, como ya tenía cierta experiencia como investigador, me aceptó para que ingresara al IUNAM.*

*Como verás, viví muchos años fuera de México, creo que esto se debió a que no había algo que me retuviera. En realidad mi fa-*

*milia es muy pequeña. Mi mamá murió cuando yo tenía 7 años; a mí me crió mi abuela materna, que murió 16 años después. Mi hermano, quien es casi tres años más chico que yo, terminó la licenciatura, se empezó a independizar, se casó y formó una familia. Ahora tiene dos hijos y es un hombre exitoso. Por su parte, mi papá también tenía su vida hecha. Cuando me fui a Inglaterra mi abuela ya había fallecido, y años más tarde mi papá murió cuando terminé el doctorado. Vine de vacaciones, lo vi y falleció poco antes de que yo regresara a España.*

*En fin, en mi caso, eso de las relaciones familiares no es algo que tenga muy presente, tal vez porque se fueron dando así las cosas, pero debo confesar que me gustaría tener una familia. Ya pasó la época en la que creía que el matrimonio era para la gente mayor, donde, al tener tantas posibilidades, pues para qué te vas a atar a alguien, pero ahorita como que siento que ya me llegó la hora de sentar cabeza.*

*En cuanto a mi vida, creo que le haría ajustes porque, sin duda, pude haber hecho algunas cosas mejor. Vivir en el extranjero me abrió un panorama muy amplio, aprendí que cada lugar tiene su encanto, disfruté cada momento; en realidad estoy satisfecho porque siempre he tomado mis propias decisiones. Cuando estaba en la Facultad de Ciencias haciendo mi licenciatura, practicaba deportes extremos, me gustaba mucho bajar en ríos por los rápidos; en ese entonces esto no era comercial ni conocido. Formaba parte de la federación mexicana de descensos de ríos, era divertidísimo a pesar de que en algunas ocasiones estuve a punto de ahogarme.*

*No me gusta lo común, me llama la atención lo raro, lo que casi nadie hace, lo que representa un riesgo, aunque casi siempre tomo mis precauciones. ❧*

## EFFECTOS DINÁMICOS QUE SE PRODUCEN EN LAS TORRES DE SOPORTE DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA DEBIDO A LA RUPTURA DE UN CABLE

||||||| POR NEFTALÍ RODRÍGUEZ Y VERÓNICA BENÍTEZ |||||||

Cuando se rompen los cables que se apoyan en las torres de una línea de transmisión por efecto del viento, se produce una carga longitudinal de impacto que se propaga a lo largo del cable y se transfiere sobre las torres de soporte, a través de los herrajes y las cadenas de aisladores, y se producen momentos de torsión sobre dichas torres. También aparecen amplificaciones importantes en la magnitud de las cargas axiales de los miembros de la torre. Las normas para diseño consideran este fenómeno como cargas estáticas amplificadas que generan un desequilibrio interno al aplicarse sobre las torres. Este planteamiento es una simplificación de un fenómeno que se ha hecho presente en numerosas ocasiones.

Las torres de soporte de líneas de transmisión pueden llegar a colapsarse debido, entre otras causas, a fenómenos naturales, como huracanes y tormentas severas. De acuerdo con estudios realizados, se ha llegado a la conclusión de que ambos fenómenos meteorológicos no presentan el mismo comportamiento. En cuanto a las normas de diseño por viento vigentes en nuestro país, no se proporcionan especificaciones al respecto. En los mapas de isotacas del Manual de Diseño por Viento de la CFE únicamente se consideran las velocidades de diseño por viento probables, obtenidas de registros en observatorios de primera. Con el fin de conocer este problema a fondo, el profesor Neftalí Rodríguez realizó los siguientes estudios:

- Evaluó la variación de la velocidad del viento con la altura para el caso particular de una tormenta severa.
- Comparó los lineamientos para diseño por viento empleados en México con las normas utilizadas en Europa, para definir las principales diferencias entre dichas filosofías.
- Propuso un método para simular la ruptura de los cables que es fácil de implementar para los casos comúnmente desarrollados en la práctica profesional.
- Estableció la influencia de las condiciones de cimentación sobre el comportamiento estructural de las torres de soporte de una línea de transmisión.
- Definió la magnitud de los momentos de torsión que se generan sobre las torres de soporte, como resultado del fenómeno estudiado.
- Estudió la evolución de los elementos mecánicos sobre los elementos de las torres de soporte, en intervalos de tiempo posteriores a la ruptura de uno de los cables, para definir los factores de amplificación dinámica que se generan.



Fig. 1. Daño en el soporte de las torres de una línea de transmisión de la CFE

Para poder realizar la investigación se analizó una porción de línea de transmisión de energía eléctrica proyectada para Ciudad del Carmen, Campeche, la cual consta de dos torres de soporte y tres claros de 450 m cada uno. Las torres de soporte tienen 67.53 m de altura, con seis fases y dos hilos de guarda. Los cables conductores se conectan a las torres a través de cadenas de aisladores y herrajes, mientras que los hilos de guarda llegan directamente de los herrajes a las torres. Los miembros de las torres de soporte están constituidos por ángulos de lados iguales de acero estructural, con esfuerzo de fluencia  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$  (acero A36) y otros con  $F_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$  (acero grado 50).

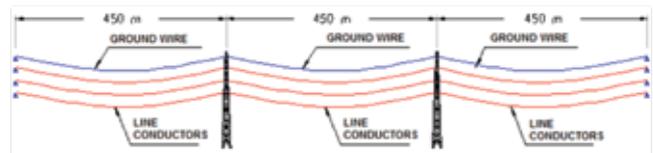


Fig. 2. Análisis dinámico de una porción seleccionada en una línea de transmisión

También se consideraron las especificaciones establecidas por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro para cables conductores 1113 kCM "Bluejay", que tienen una resistencia a la ruptura de 14.03 t, y cables de guarda de acero de alta resistencia extra galvanizado, con una resistencia a la ruptura de 4.9 t.

En este tipo de estudios fue importante evaluar la acción del viento, al aceptar una velocidad regional igual a 144 km/hora sobre las torres a 10 m de altura. La idea fue comparar los resultados al aplicar el Manual de Diseño por Viento de la CFE vigente en México, con normas británicas y con el Eurocódigo, ambas de 2005.

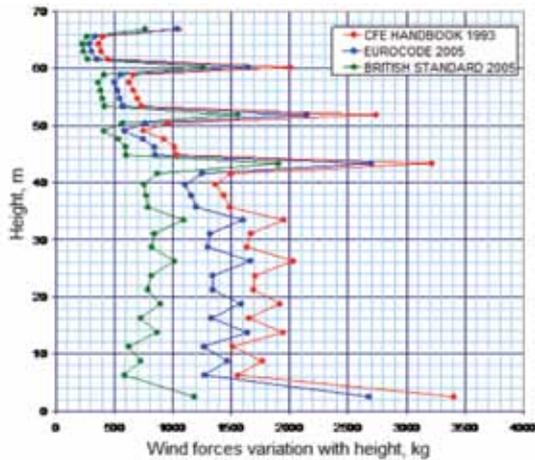


Fig. 3. Variación de las fuerzas inducidas por el viento sobre la torre

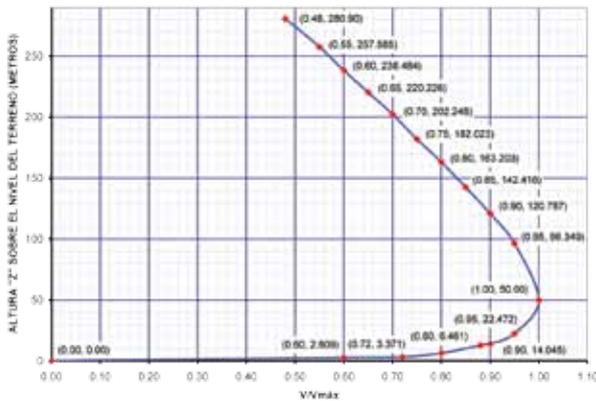


Fig. 4. Perfil promedio de variación de la velocidad del viento con la altura durante una tormenta severa

Como en toda estructura, el apoyo en la base de las torres resulta importante; con el fin de conocer cuáles serían las mejores condiciones para la cimentación, se propusieron dos alternativas: suelos de alta y de baja capacidad.

En el suelo de alta capacidad se consideró una torre con base articulada, con posibilidad de rotar alrededor de los tres ejes cartesianos, mientras que las traslaciones lineales estuvieron impedidas; con ello se buscó simular el efecto de un suelo con alta capacidad de carga, ya que los asentamientos verticales no se consideraron.

Para el suelo de baja capacidad la base de la torre de sostén se apoyó en una losa de cimentación de concreto reforzado de 20 cm de espesor, y ataguías metálicas hasta una profundidad de 12 m. Con las consideraciones previamente descritas, la torre de soporte presentará traslaciones en las tres direcciones cartesianas y rotaciones alrededor de las mismas, cuya magnitud dependerá de la rigidez de dicho sistema de cimentación; con todo esto se pretende simular el efecto de desplantar la torre de soporte en un suelo de baja capacidad de carga.

Otro aspecto a considerar fue la variación de la velocidad del viento cuando se presenta una tormenta severa. De acuerdo con el estudio realizado por Kim y Hangan, estos fenómenos naturales se caracterizan por producir aceleraciones intensas de masas de aire, en periodos muy cortos. Algunas investigaciones anteriores señalan que la velocidad máxima se produce a alturas menores del 5 % del diámetro de la tormenta.

## CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

El modelo del tramo de la línea (fig. 2) se desarrolló con base en el programa SAP2000; para los miembros de las torres se utilizaron elementos barra con tres grados de libertad por nodo ( $U_x \neq 0$ ,  $U_y \neq 0$ ,  $U_z \neq 0$ ). Con base en un análisis estático preliminar se utilizaron cables de elementos "cable flexible", tomando en cuenta la configuración inicial (tensión y flecha máxima).

Las cadenas de aisladores se modelaron con elementos barra, que tienen un extremo libre (donde se conectan los cables) y el extremo opuesto se encuentra conectado a las crucetas (con tres grados de libertad  $U_x \neq 0$ ,  $U_y \neq 0$ ,  $U_z \neq 0$ ).

El valor del amortiguamiento se consideró de la siguiente manera: para los miembros de las torres se consideró un coeficiente de amortiguamiento de 0.01, recomendado en las NTC-2004. Para los cables flexibles, los herrajes y las cadenas de aisladores se consideró 0.02, recomendado en los lineamientos de diseño de estructuras para transmisión de energía eléctrica de la ASCE.

También se consideró el efecto P-d, originado por la excentricidad con que actúa la carga axial de compresión sobre los miembros de las torres de soporte, lo que genera momentos secundarios que provocan un incremento en las fuerzas internas de los elementos.

Además, se consideró la excentricidad con la que actúa la tensión de los cables sobre las torres, debida al movimiento de las cadenas de aisladores. Para simular el relajamiento progresivo de la tensión de presfuerzo en los cables, que culmina con la ruptura de los mismos, se recurrió a definir una función de variación en el tiempo, de la acción del viento con incremento lineal inicial. Al alcanzar el valor de la velocidad de diseño se considera constante y al aparecer la ruptura, se aceptó una rápida disminución de la carga.

En el estudio se consideró como función de carga constante el peso propio de las torres y el peso propio de los cables; se definió como función de carga constante a las cargas por viento sobre torres, a las cargas por viento sobre los cables y a la tensión de los cables sobre las torres. Se aceptó como variable, la carga de viento sobre un solo cable por ruptura (variable en el tiempo), y se definió mediante la función carga-ruptura.

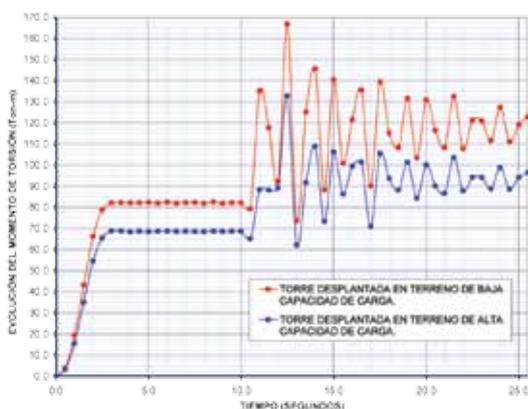


Fig. 5. Evolución con el tiempo de los momentos de torsión sobre las torres, al romperse un cable

## INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA

De acuerdo con los estudios realizados, se pudieron definir las ecuaciones que proporcionan la rigidez vertical, horizontal, angular y torsional de la cimentación, formada por una losa de cimentación cuadrada, con lados de 7.183 m y contra trabes de 40 cm x 45 cm perimetrales a la losa de cimentación, de concreto  $f'c = 500 \text{ kg/cm}^2$ , con la finalidad de evitar su agrietamiento excesivo de la misma por efectos de esfuerzos de tensión. Las ataguías se formaron con láminas metálicas de 1.30 cm de espesor y 12 m de profundidad, con  $F_v = 3500 \text{ kg/cm}^2$ . El suelo se consideró con módulo de Young al cortante  $G = 90 \text{ t/m}^2$ .

Para la cimentación correspondiente al terreno de baja capacidad de carga, se modeló la losa de cimentación por medio de una placa dividida en cuatro elementos finitos; el efecto de confinamiento que generan las ataguías metálicas, se tomó en cuenta para evaluar las rigideces correspondiente a una cimentación con ataguías de 12 m de profundidad, y se definieron seis resortes de rigidez, en cada uno de los nueve nodos de la placa de cimentación.

## RECOMENDACIONES

Es recomendable estimar las cargas debidas a la acción del viento cuando sopla con un ángulo de ataque de  $45^\circ$ , medido con respecto al eje de la línea, ya que dicho caso resulta ser siempre el más crítico; además, es conveniente emplear el Manual para Diseño por Viento de la CFE para estimar la velocidad regional.

Los resultados obtenidos muestran que el efecto de considerar un análisis no lineal, o uno de tipo lineal, no proporciona resultados que difieran en gran magnitud.

A pesar de lo antes mencionado, se recomienda considerar los efectos geométricos no lineales, ya que a pesar de que los resul-

tados no difieren sustancialmente con respecto al análisis tipo lineal (las variaciones máximas encontradas varían alrededor del 7 %), habría que considerar la posibilidad, aún cuando sea escasa, de que más de un solo cable o hilo de guarda falle en un mismo instante de tiempo, en cuyo caso los resultados obtenidos de un análisis no lineal (efecto P d) podrían ser mucho más importantes.

Los resultados muestran que la rigidez de las torres de soporte bajo las dos condiciones de cimentación consideradas no difieren en forma importante entre sí. Se puede afirmar que las diferencias obtenidas en los desplazamientos lineales en la parte alta de las torres se deben a la rigidez a la flexión de cada una de las torres, y a su rigidez a la torsión.

Al revisar los resultados para la torre desplantada en terreno de baja capacidad, los desplazamientos en su parte alta resultan del orden de un 46 % superiores a los obtenidos para la torre cimentada en suelo de alta capacidad (85 cm contra 45 cm de desplazamiento en la dirección perpendicular a la línea), es decir, cuando existe terreno de buena calidad la torre resulta ser considerablemente más rígida ante efectos de flexión.

En conclusión, la cimentación define tanto la rigidez a la flexión global como las condiciones de estabilidad de este tipo de estructuras. Se revisaron todas las posibilidades de ruptura de los cables ubicados entre ambas torres, para lo cual se analizaron ocho modelos, en cada uno de los cuales se hizo fallar un solo cable a la vez. Se llegó a la conclusión de que el caso crítico se presenta con la ruptura de uno de los cables de la cruceta más baja, debido a que las diagonales ubicadas en dicha zona tienen longitudes mayores de la que presentan en las ubicadas a la altura de las crucetas superiores; lo anterior provoca que los primeros sean más susceptibles a sufrir pandeo, al presentarse los efectos de torsión originados por la ruptura de los cables.

Las diagonales más próximas a la primera cruceta presentarán mayores incrementos de carga de tensión, amplificaciones que van de un 80 % en el panel 1, hasta 130 % en la vecindad del punto de falla.

Se ha observado que cuando una torre de transmisión se colapsa, se presenta la fractura de las placas de conexión provocada por la concentración de esfuerzos de gran magnitud en la zona próxima a los agujeros, y no por un número insuficiente de tornillos.

Son muchas las variables que pueden provocar que una torre de transmisión se colapse, pero los estudios realizados muestran un procedimiento para evaluar una torre al ser afectada por un huracán o por tormentas severas. ❧



## EL INSTITUTO DE INGENIERÍA HACIA EL 2020

POR ADALBERTO NOYOLA, FRANCISCO SAÑUDO Y ANDREA DÍAZ

### PREMISA

En un ejercicio de imaginación, el Instituto de Ingeniería en el año 2020 tendrá la capacidad para generar investigación original, aportar soluciones innovadoras a los problemas abordados, desarrollar tecnología nueva y contribuir a formar cuadros profesionales en las áreas más relevantes de la ingeniería mexicana. Bajo esta perspectiva, el ejercicio de prospección a mediano plazo nos ofrece elementos que amplían la identificación de los recursos que serán necesarios para la actualización de equipo e infraestructura, las necesidades en materia de tecnología informática, la modernización de las instalaciones, una agenda de investigación clara y una interdependencia provechosa y complementaria con los patrocinadores.

Para algunas reflexiones de este artículo, se han considerado las diferentes reuniones efectuadas con las coordinaciones del Instituto en donde sus académicos han ayudado a imaginar, tanto el entorno institucional como el de cada coordinación en lo particular, tomando en cuenta las variables más importantes que pueden afectar su operación en el mediano plazo. Este escrito es únicamente un resumen del documento final que deberá ser validado con la comunidad y la dirección de la institución para su formal difusión.

### I. EL CONTEXTO ESTRATÉGICO

En diferentes reuniones con las coordinaciones del IIUNAM se propuso a los participantes identificar los retos y las oportunidades que el grupo enfrentaría en el año 2020, así como las necesidades en términos de recursos financieros para equipamiento y modernización de la infraestructura. Lo anterior está íntimamente ligado a las líneas y oportunidades de investigación y desarrollo tecnológico que conformarían la agenda de investigación, y a las actividades más relevantes que deberán guiar la operación de estas unidades de trabajo.

Típicamente el 2020 se identifica con un escenario de largo plazo, de menos de diez años. Un escenario de mayor alcance contemplaría el 2030 y más adelante.

La información de todas las coordinaciones se organizó en cédulas que contribuyen a la estructura del Plan de Desarrollo de cada una de las coordinaciones, las cuales a su vez convergen en un plan institucional más ambicioso.

La siguiente figura muestra de manera esquemática el recorrido para esta integración. Como se aprecia, las reuniones con cada una de las coordinaciones tuvieron lugar de marzo a abril de 2011, en las que se esbozó la imagen-objetivo que se pretende revisar y construir desde esas unidades de trabajo y el futuro que se espera alcanzar al año 2020. A partir del mes de mayo de ese año las coordinaciones elaboraron sus cédulas de información.



Figura 1. Esquema cronológico del llenado de las cédulas de cada coordinación (2011) y su integración (2012)

### I.1. ESCENARIOS EN EL 2020

Este ejercicio de planeación efectuado en 2011 se inició con la conceptualización de dos escenarios: uno “tendencial”, es decir, dejando que las inercias conduzcan el desarrollo del Instituto, y otro escenario denominado “de cambio”, en donde el cuerpo directivo del Instituto y sus académicos cobran conciencia de la necesidad de mejorar considerando de las restricciones y la adversidad del entorno social y económico del país.

Cuando se discute sobre el futuro, se debe reconocer que nuestra capacidad para predecir situaciones futuras es limitada; el contexto de nuestro país es complejo. No obstante, podemos vislumbrar algunos escenarios para el IIUNAM en los próximos años.

El escenario denominado “de cambio” refleja de mejor manera el Instituto que se desea construir, porque es en este escenario donde el IIUNAM tendría un mayor impacto en materia de investigación y desarrollo de tecnologías, con la incursión en los mercados internacionales.



ESCENARIO TENDENCIAL	ESCENARIO DE CAMBIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La edad promedio de los académicos del IIUNAM supera los 65 años. Estos ya no producen investigación ni tecnología de vanguardia.</li> <li>• La vida académica es pobre y el trabajo individual prevalece, con resultados que generan poco valor agregado.</li> <li>• El avance tecnológico no es adoptado con la velocidad requerida, y los resultados son tardíos y de poco impacto y pertinencia.</li> <li>• La participación del IIUNAM es ya limitada en la solución de los grandes problemas nacionales.</li> <li>• El IIUNAM ya no es un apoyo para las grandes decisiones en política de infraestructura ni participa en su ejecución.</li> <li>• Los recursos extraordinarios caen de forma importante y los recursos presupuestales no son suficientes para renovar la infraestructura y modernizar los laboratorios.</li> <li>• Muchos patrocinadores declinan solicitar servicios al IIUNAM por la obsolescencia de sus métodos y resultados.</li> <li>• Se pierde prestigio de forma acelerada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El IIUNAM renueva su planta académica a partir de un programa propio de estancias posdoctorales con el objetivo de retener a los mejores profesionales.</li> <li>• Florece el trabajo en equipo y la vida académica es intensa.</li> <li>• La agenda de investigación se centra en temas de gran interés para los sectores público y privado.</li> <li>• El IIUNAM se acopla de forma ágil a las tecnologías de la información.</li> <li>• La participación del IIUNAM es permanente en foros de consulta para el desarrollo de la infraestructura mexicana.</li> <li>• El IIUNAM reconvierte sus esquemas de atención y desarrollo de proyectos. El patrocinador se convierte en socio estratégico.</li> <li>• Los recursos extraordinarios crecen de manera importante y los excedentes se usan para renovar la infraestructura y modernizar el equipo y los laboratorios.</li> <li>• Se generan convenios con la industria para llevar a cabo desarrollos conjuntos y transferencia de tecnología.</li> <li>• Se gana prestigio de forma constante.</li> </ul>

## 1.2 LA IMAGEN-OBJETIVO

La imagen-objetivo fue el otro punto de partida para la construcción del Plan de Desarrollo de las coordinaciones, y fue entendida como la representación del escenario más deseable al cual el Instituto aspira y pretende alcanzar en 2020 a partir de su situación actual. Esta definición fue planteada por la Secretaría de Planeación y Desarrollo Académico con el propósito de abrir la discusión y enriquecer la imagen-objetivo institucional. Estos atributos se denominaron “de excelencia” por las implicaciones de esta evocación, así como por el genuino interés de llevar al Instituto de Ingeniería a ese nivel; a continuación se relacionan.

- Poseer la capacidad para abordar proyectos relevantes y contribuir a la solución de problemas nacionales y globales con altos estándares de calidad.
- Tener líneas de investigación de punta e integrar tanto investigación y desarrollo tecnológico (IDT) con una visión a futuro.
- Contar con grupos de trabajo multidisciplinarios y actualizados.
- Contar con infraestructura adecuada.
- Formar estudiantes e investigadores con altos estándares.
- Evaluar continua e integralmente el desempeño.
- Generar patrocinio externo y una vinculación exitosa con el exterior.
- Difundir en los medios adecuados los resultados de IDT.
- Procurar una convivencia académica que estimule relaciones armónicas y de trabajo en equipo.

Figura 2. Imagen-objetivo

## II. LA CONSOLIDACIÓN Y LA POLÍTICA DE INVESTIGACIÓN

El Instituto de Ingeniería ha logrado contribuir en importantes proyectos de infraestructura nacional a lo largo de sus 56 años de vida. Sin embargo, para que el IIUNAM se consolide deberá articular su política de investigación y desarrollo tecnológico (IDT) para el mediano y largo plazo, de tal manera que conjugue la pertinencia y la originalidad con la innovación, y los resultados y hallazgos de su trabajo académico, buscando proteger la propiedad intelectual y su transferencia a la sociedad. Esa política deberá estimular la comunicación estrecha de los académicos con los patrocinadores y usuarios finales.

Para el fortalecimiento del IIUNAM es esencial ser eficientes, previsores, participativos y autocríticos. Es necesario instalar un proceso de toma de decisiones con base en la definición clara de objetivos, la evaluación del entorno y sus tendencias. Definir acciones presentes, estimando sus consecuencias para que aquellas se orienten al logro de metas realistas.

La política de IDT deberá normar la relación y la integración de los esfuerzos de los patrocinadores de proyectos, de los usuarios de los proyectos y servicios que produce el Instituto y del personal académico que la genera.

Los cuatro componentes que serán los impulsores para conformar la política de IDT del IIUNAM son los siguientes:

1. Estimular la creatividad y la identificación del componente innovador en los proyectos.
2. Hacer de la planeación una herramienta para fomentar proyectos que impliquen retos tecnológicos en las áreas de oportunidad identificadas.



3. Estructurar esquemas de monitoreo e inteligencia tecnológica para detectar oportunidades de desarrollo para la investigación en ingeniería.
4. Concretar alianzas estratégicas con empresas tecnológicas, instituciones de educación superior y centros de investigación para fortalecer y completar las competencias internas.

Esta política fomentará que en buena parte de los proyectos que realice el Instituto de Ingeniería se incorpore un análisis sobre inteligencia tecnológica, se identifique el componente innovador del proyecto y se evalúe la pertinencia de su protección industrial. En ciertas ocasiones incluso se considerará la viabilidad de apoyar la creación de empresas de base tecnológica a partir de los resultados de la investigación. Para lograr lo anterior se trabajará en la integración de un Modelo Estratégico de Investigación y Tecnología (MEIT), que dará sustento a las actividades de IDT con base en el rigor académico, la originalidad de las soluciones y el impacto en la sociedad.

En suma, se busca revisar y revalorar los temas que cultivamos con el énfasis puesto en la originalidad y en el impacto en la sociedad. La siguiente figura despliega los elementos que formarían parte del Modelo Estratégico de Investigación y Tecnología.

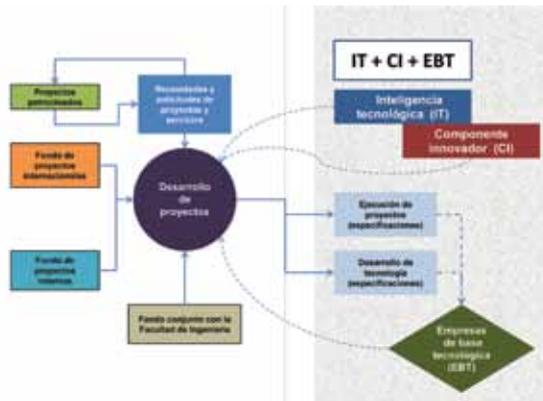


Figura 3. Mapa conceptual del Modelo Estratégico de Investigación y Tecnología

Es preciso planear la renovación de la planta académica mediante la incorporación de investigadores de alto nivel a partir de las tendencias de edad de la comunidad académica y las competencias disciplinares de los temas de investigación que debe cultivar un instituto de ingeniería que aspira al más alto nivel de desempeño.

Como parte de este desafío es pertinente instrumentar estrategias conjuntas para el relevo generacional, es decir, el diseño de acciones específicas para la renovación de la planta académica en edad de retiro, que considere, entre otros, estancias posdoctorales, formación de nuevos investigadores y crear oportunidades de jubilación digna para los académicos mayores a los 65 años; esto último dentro de los esquemas universitarios.

Es indispensable mejorar la estructura académica del IIUNAM con mecanismos más ágiles para la conformación de grupos de investigación (células de trabajo) que operen de forma transversal a la estructura académica actual. Es decir, grupos que provean y tomen apoyo a lo largo de las coordinaciones del Instituto, complementando el trabajo académico y la experiencia con personal experto en diferentes disciplinas para agregar valor a las solicitudes externas e internas que le sean planteadas.

### III. TEMAS ESTRATÉGICOS DE INVESTIGACIÓN (TEI) Y LAS NUEVAS FORMAS DE OPERAR

Por su misión y sus funciones, el Instituto debería estar organizado alrededor de los grandes temas y problemas del país, sin dejar de lado el entorno internacional en los cuales la ingeniería debe intervenir. Contar con esquemas para revisar la pertinencia de los temas de investigación en los cuáles se desee mantener capacidades e identificar aquellos en los cuáles se quiera incrementar capacidades, así como los nuevos temas de investigación que se pretendan explorar. Se perfila la necesidad de consolidar 3 grandes temas: energía, agua e infraestructura (incluidos sistemas). Hacia el mediano plazo se observan como grandes temas a abordar la edificación sustentable, el aprovechamiento de residuos, el transporte y la logística desde la perspectiva de los temas globales, la sostenibilidad, el riesgo y el cambio climático. En el mes de marzo de 2013 se generará un reporte con los primeros resultados del ejercicio de consulta y discusión que el proyecto TEI lleva a cabo en este momento sobre este asunto.

Al identificar los temas de IDT más relevantes, el Instituto podrá establecer objetivos y estrategias institucionales que le permitan:

- Dirigir y reforzar sus capacidades institucionales.
- Encauzar con mayor certeza sus recursos extraordinarios en infraestructura y laboratorios.
- Estructurar y fomentar grupos de investigación (células de trabajo) que exploren nuevos temas de investigación y refuercen los actuales.

### IV. CONCLUSIONES

El desarrollo científico y tecnológico propio, es decir, el desarrollo generado por investigadores e ingenieros mexicanos, es un elemento importante para que el país logre generar un proceso de crecimiento económico sostenido. Ningún país se ha incorporado de manera duradera al proceso mundial de crecimiento económico moderno sin aumentar de forma significativa su capacidad para desarrollar tecnología propia. Sin capacidad propia para investigar, la ciencia difícilmente se aplicará adecuada y oportunamente a la solución de problemas nacionales y globales; la participación de las empresas mexicanas en los mercados nacional e internacional depende, cada vez en mayor medida, de su capacidad de innovar.



Acercar el ritmo en el que se hace investigación y se desarrolla tecnología, representa un enorme reto para nuestro país y para el IIUNAM, pero también una gran oportunidad. En los próximos años, gobierno y sociedad deberán aumentar sus esfuerzos para acelerar la velocidad de este desarrollo, y con ello hacer realidad la aplicación de la ciencia y la tecnología con el objeto de atenuar los problemas sociales y mejorar el ámbito productivo del país.

El resultado de la inversión y el esfuerzo que el IIUNAM haga en materia de investigación y desarrollo de tecnología debe con-

tribuir a elevar el nivel de vida y el bienestar de la población e incrementar la competitividad en México.

### BIBLIOGRAFÍA

- Material de trabajo resultante de las reuniones con las coordinaciones del II en el periodo 2010-2011.
- Diversos documentos de estudio y análisis de la SPDA (2008 -2011): Elementos del PD del IIUNAM al 2020.
- Noyola, Adalberto. "Plan de Desarrollo 2012-2016 del IIUNAM", 2012. 📖

Esperamos a todo el personal del Instituto  
a asistir a los tradicionales

*Villancicos Navideños*

Lunes 10 de diciembre, 19:00 hrs.

Auditorio José Luis Sánchez Bribiesca,  
Torre de Ingeniería, UNAM



## AVANCES EN EL PROYECTO TEMAS ESTRATÉGICOS DE INVESTIGACIÓN (TEI)

POR EUGENIO LÓPEZ ORTEGA, TAMARA ALCÁNTARA Y FRANCISCO SAÑUDO

El proyecto TEI proviene del Plan de Desarrollo 2012-2016 del IUNAM y busca identificar los grandes temas de investigación sobre los cuales el Instituto deberá enfocarse a mediano y largo plazos.

El 4 de septiembre el Dr. Adalberto Noyola, director del Instituto de Ingeniería, dio el banderazo de inicio al proyecto, con una presentación formal en el salón de seminarios Emilio Rosenblueth. Detalló también las siete fases que integran el proyecto y enfatizó que en la primera, cuarta, quinta y sexta es indispensable la participación de la comunidad académica.

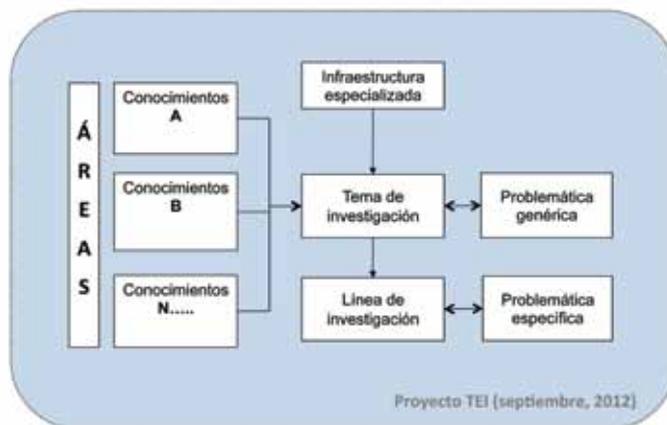


Figura 1. Etapas del proyecto TEI

Las dos primeras fases del proyecto han concluido. La primera consistió en una convocatoria emitida por la dirección del II y dirigida a todos los académicos y posdoctorantes de la comunidad del Instituto para que propusieran los temas de investigación que se consideraran relevantes para el quehacer del Instituto de Ingeniería, con la mira puesta en el año 2020. Las propuestas podían incluir temas de investigación que ya se cultivaban en el Instituto y que debían mantenerse, así como aquellos que no se desarrollan aún, pero que pudieran resultar pertinentes por su potencial.

Con el fin de homogeneizar las propuestas de temas de investigación, se estableció el concepto de tema de investigación, como se muestra en la siguiente gráfica.

La respuesta de la comunidad fue muy satisfactoria, pues se recibieron 106 temas de investigación, de los cuales el 22 % fue propuesto por la Subdirección de Electromecánica, el 28 % provino de la Subdirección de Estructuras y Geotecnia, y el 50 % restante emanó de la Subdirección de Hidráulica y Ambiental. En la gráfica siguiente podemos ver la distribución de los temas de investigación propuestos por coordinación.

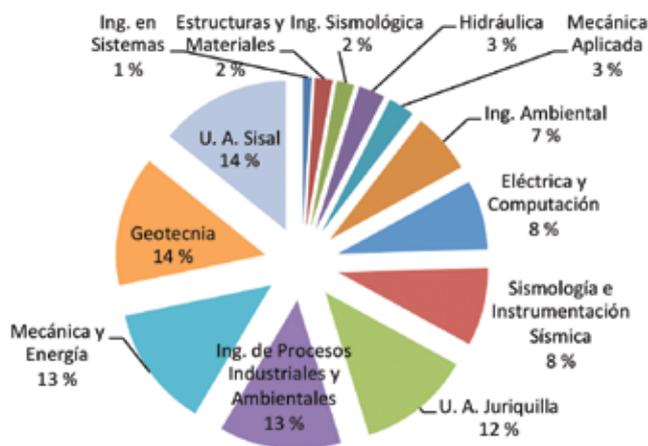


Figura 2. Distribución por coordinación de los temas propuestos

El propósito de la segunda fase consistió en realizar un análisis y una discusión de los temas de investigación propuestos. Para ello se realizó, en la "sala de análisis estratégico" con la que



cuenta el IMP, un taller de análisis y discusión que se efectuó el pasado 16 de octubre. En este taller participó el cuerpo directivo del II (director, subdirectores y coordinadores), con el propósito de analizar y discutir los temas de investigación propuestos.

La dinámica del taller consistió en que cada coordinador expuso los temas de investigación que consideró más relevantes. Al terminar su exposición, se abrió un breve periodo de aclaraciones o comentarios, para pasar posteriormente a la calificación del tema en términos de su pertinencia, competencia y relación con el resto de los temas de investigación expuestos.

Como resultado del taller se calificaron 23 temas de investigación, los cuales muestran diferentes niveles de pertinencia y competencia con los que cuenta el II. Se destaca que la relación existente entre varios temas de investigación resultó alta a pesar de tratarse de coordinaciones o subdirecciones diferentes.

Haber trabajado durante el taller con solamente 23 temas de investigación no significa que serán los únicos considerados. Los restantes temas de investigación serán objeto de futuros procesos de análisis y discusión.

En el sitio de trabajo del Plan de Desarrollo 2012-2016 dentro del proyecto TEI podemos encontrar la lista de los 104 temas

presentados por los investigadores, así como los 23 temas presentados en el taller.

Con los resultados obtenidos en el taller señalado, se continuará con la tercera fase del proyecto TEI; esta consiste en someter los temas de investigación a un análisis bibliométrico a través del cual se identificarán diversos aspectos entre los que se pueden señalar los siguientes tales como:

- Principales fuentes de difusión del conocimiento en el tema de investigación correspondiente
- Principales subtemas correspondientes al tema de investigación
- Desarrollo del tema y de los subtemas en los últimos años
- Principales autores e instituciones que participan en el tema y los posibles subtemas

Al iniciar el próximo año se realizarán nuevamente talleres de análisis y discusión relacionados con cada tema de investigación que haya sido objeto del análisis bibliométrico. Estos talleres se realizarán con los académicos expertos en el tema de investigación en discusión y otros participantes que se considere que puedan aportar conocimientos con base en los reportes emitidos en la fase tres. ❧

Para obtener más información, visite <http://sharepoint.iingen.unam.mx/areas/PlanDeDesarrollo/Inicio1216/lei/default.aspx>.

## DIRECTORIO



INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

### UNAM

**Rector**  
Dr. José Narro Robles

**Secretario general**  
Dr. Eduardo Bárzana García

**Secretario administrativo**  
Lic. Enrique del Val Blanco

**Secretario de Desarrollo Institucional**  
Dr. Francisco José Trigo Tavera

**Secretario de Servicios a la Comunidad**  
M. en C. Miguel Robles Bárcena

**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

**Secretaria académica**  
Dra. Rosa María Ramírez Zamora

**Secretario de Planeación y Desarrollo Académico**  
Dr. P. 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**  
C. P. Alfredo Gómez Luna Maya

**Secretario técnico**  
Arq. Aurelio López Espíndola

**Jefe de la Unidad de Promoción y Comunicación**  
Lic. Guillermo Guerrero Arenas

### GACETA II

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual este muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, los cursos y los talleres que imparte, reportajes de interés e información general. Se publica los días 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 Hirari, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, México, D. F., tel.: 5623 3615.

**Editor responsable**  
Lic. Guillermo Guerrero Arenas

**Reportera**  
Lic. Verónica Benítez Escudero

**Corrección de estilo**  
Arq. Elena Nieva Sánchez

**Fotografías**  
Lic. Verónica Benítez Escudero  
Lic. Guillermo Guerrero Arenas

**Fotografía de la portada**  
Lic. Guillermo Guerrero Arenas

**Diseño**  
Lic. Ruth Pérez

**Impresión**  
Navegantes S.A. de C.V.

**Distribución**  
Guadalupe De Gante Ramírez

*La experiencia del mundo no consiste en el número de cosas que se han visto, sino en el número de cosas sobre las que se ha reflexionado con fruto. Leibniz<sup>1</sup>*

### COMUNICAR MEJOR

#### SINÓNIMOS CONTRA LA MONOTONÍA

Corrigiendo informes de investigación he notado que algunos verbos reaparecen una y otra vez: **mostrar y presentar** las tablas y figuras; **encontrarse y existir** cosas como muros o columnas. Estos verbos, sustanciosos en su significado, no deberían ser desgastados por el uso excesivo e indiscriminado. En el ejemplo: *El edificio se encuentra ubicado al sur..., ligado a dos torres que se encuentran situadas al pie de...*, se repite el verbo **encontrar**<sup>2</sup> (acción trascendente) sin necesidad, cuando **estar** serviría igual, con sencillez. También se podrían usar **ubicar(se), situar(se), estar construir, levantar(se), hallar(se), erigir(se)**, etc. No se trata solo de no desperdiciar ni repetir verbos, sino de conocer y utilizar otros que se utilizan menos y son más pertinentes para el caso. Buscar sinónimos es bueno, pero no significan siempre exactamente lo mismo, cada uno tiene sus diferencias y hay que escoger el más cercano a lo que se desea decir.

#### DENOTAR/CONNOTAR

Las palabras tienen aspectos objetivos que abarcan su sentido principal, lo que **denota** su significado básico. Por otra parte, tienen también aspectos más expresivos, a veces subjetivos, que están en ellas pero son menos obvios, y los **connotamos** al hablar y escribir. Cuando decimos *Te encuentro contento hoy* hay una connotación de sorpresa que no es igual a *Estás contento hoy*. La connotación es el instrumento básico de la poesía. Pero, se usa creativamente todos los días inconscientemente al exponer ideas o sentimientos. También en la redacción técnica “arroja resultados”, pero lo que resulta bien la primera vez, en un caso concreto, al repetirse con descuido suele resultar empobrecedor, y revela falta de lecturas.

#### PODAR SOBRANTES

Eliminar lo redundante da concisión y claridad a lo que se escribe, como en: *La campaña de reforestación realizada en el año 2000, motivada por los incendios que se presentaron en el verano del año veraniegos de 1999... La ocurrencia de Los sismos de 1985... La existencia de El muro de contención...*

Al quitar lo insustancial, resalta mejor lo expuesto, y así el lector se avispas (pues ¡ajo!, las repeticiones adormecen) y, sin duda, agradecerá la concisión y exactitud que van rápido a la sustancia. Ejemplos:

*El alto costo ~~asociado a~~ de la reparación ha despertado el interés ~~en cuanto al estudio de~~ por estudiar el desempeño de los elementos no estructurales.*

La altura libre de las columnas se ~~ve reducida~~ reduce...

*Presentó un desnivel permanente ~~asociado con~~ por la falla de los pilotes*

*Ante ~~la presencia de~~ el daño en la columna,...*

*Se ~~presentaron~~ Hubo daños importantes en los muros.*

Mi propósito no es proscribir el uso de ningún verbo, sino exhortar a conocer otros y usarlos con eficacia. Motivar a revisar lo escrito para pulirlo elidiendo formas repetitivas y automáticas, u optando por otras más variadas y puntuales, si las hay, pues la lengua da para escoger y combinar. Incluyo aquí una lista de verbos que espero les sean útiles al tratar de escoger “el más preciso” para sus exposiciones, y que ojalá los incite a jugar a agrupar sinónimos, así como antónimos, y hacer su lista de verbos *ad hoc*.

Buscar la sencillez en las explicaciones por complejas que sean, para cambiar lo rutinario por lo asertivo y concreto, ayuda mucho a mejorar la redacción.

Por mi parte, voy a repensar el vocablo **revolución**, tan actual. En el diccionario de la RAE tiene casi solo connotaciones negativas; mientras yo creo que aporta características positivas; para la ciencia y para la vida los cambios suelen ser trascendentes y provechosos.



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

<sup>1</sup> Gran pensador (s XVII y XVIII) tanto en filosofía como en matemáticas, que inventó el cálculo infinitesimal (al tiempo que Newton, pero Leibniz lo publicó primero, y su notación fue la preferida y empleada hasta hoy); también creó el sistema binario, fundamento de las computadoras actuales, y fue de los primeros europeos en reconocer la importancia del pensamiento chino y a China como potencia. Diseñó además una precursora máquina para realizar cálculos matemáticos (Wikipedia, nov 2012).

<sup>2</sup> ¿Qué les parece la repetida frase “Los señores **no se encuentran**”, cuando **no están** en casa?”



abarc	anticip	brind	concienci	corrobor	esclarecer	informar	pretender	sentar
abordar	anunciar	caber	concluir	cotejar	establecer	iniciar	prevenir	señalar
abstraer	anular	calcular	concordar	dar a conocer	estar	instruir	probar	separar
acceder	aparecer	calibrar	concretar	decir	estimar	investigar	proceder	ser
acentuar	apartar	cambiar	condicionar	declarar	evaluar	juntar	producir	significar
aceptar	apercibir	captar	conducir	deducir	evidenciar	juzgar	progresar	simplificar
acercar	aplicar	catalizar	conferir	demostrar	evitar	Levantar	proponer	sintetizar
acertar	apreciar	catalogar	configurar	denotar	examinar	limitar	Provocar	sopesar
aclarar	aprestar	causar	confirmar	depurar	exhibir	lograr	publicar	sostener
acomodar	aprobar	certificar	conformar	derivar	existir	lucir	rastrear	subordinar
acopiar	aprovechar	cifrar	conjeturar	designar	existir	llamar	razonar	subrayar
actuar	aproximar	circular	conjug	desarrollar	explicar	llegar	realzar	sugerir
acusar	apuntar	circunscribir	conjuntar	descubrir	exponer	llevar	recalc	suponer
abogar	apuntar	citar	conllevar	despejar	expresar	manejar	recibir	surgir
adherir	aquilatar	clasificar	conmutar	desplegar	extender	manifestar	recurrir	suspender
adjudicar	argüir	coexistir	connotar	detentar	exteriorizar	medir	reflejar	tantear
admitir	argumentar	coincidir	conseguir	dibujar	extraer	mostrar	reformular	tasar
adquirir	armar	colegir	conservar	dictaminar	extremar	nombrar	registrar	tener
advertir	arreglar	colmar	considerar	dilucidar	favorecer	notar	relacionar	terminar
aducir	ascender	colocar	consignar	dirigir	fijar	obrar	registrar	testimoniar
afectar	asegurar	cohesionar	consistir <b>en</b>	discutir	formular	observar	remitir	traer
afianzar	asentar	comentar	constar <b>de</b>	disponer	ganar	obtener	renovar	trascender
afinar	asentir	cometer	constituir	duplicar	generar	ocultar	repetir	traslucir
afirmar	asesorar	comparar	constreñir	ejecutar	guiar	ofrecer	reparar	transmitir
aflorar	asignar	compatibilizar	construir	efectuar	haber	opinar	reportar	tratar de
agenciar	asimilar	compendiar	consultar	ejercer	hacer notar	optimizar	representar	usar
agregar	asociar	compensar	consultar	elaborar	hacer	optimizar	resaltar	tomar
agrupar	asomar	componer	consumar	emitir	patente	ostentar	resolver	utilizar
ajustar	asumir	comportar(se)	contar	empezar	hacer ver	patentizar	resultar	vaciar
alcanzar	atajar	completar	contener	emplear	hallar(se)	percibir	resumir	valer(se)
alegar	atender	comprender	contesta	encerrar	ilustrar	perfeccionar	retirar	validar
alentar	atenuar	comprobar	continuar	encontrar	implicar	permanecer	reunir	valorar
alertar	atinar	computar	contraponer	encubrir	incluir	plantear	revalidar	ver
allanar	automatizar	computarizar	contrastar	enfaticar	incurrir	poder	revelar	verificar
ampliar	aunar	comunicar	contribuir	enseñar	indicar	portar(se)	sacar	
analizar	avisar	concentrar	convalidar	entrañar	inducir	precisar	salir	
anexar	balancear	conceptuar	convencer	enunciar	inferir	preparar	saltar a la	
anotar	barajar	concertar	corregir	erigir	influenciar	presentar	vista	



PERFIL: [www.facebook.com/InstitutoIngenieriaUNAM](http://www.facebook.com/InstitutoIngenieriaUNAM)  
 PÁGINA: [www.facebook.com/iingenunam](http://www.facebook.com/iingenunam)



[twitter.com/IIUNAM](https://twitter.com/IIUNAM)



[www.linkedin.com/company/instituto-de-ingenier-a-de-la-unam](http://www.linkedin.com/company/instituto-de-ingenier-a-de-la-unam)



[www.youtube.com/IIINGENUNAM](http://www.youtube.com/IIINGENUNAM)



# ECOTIPTS

Te invitamos a separar tus residuos sólidos  
¿Cómo podemos separar?

A la salida de cada edificio que integra el Instituto de Ingeniería encontrarás contenedores con una clasificación para separar los residuos en orgánicos e inorgánicos\*; te invitamos a usarlos adecuadamente.



¡Los residuos sólidos pueden estar juntos pero no revueltos!

Los problemas ambientales que podemos generar por no separar los residuos son:

- a) Contaminación del agua, suelo y aire.
  - b) Pérdida de nutrientes y energía al no poder aprovechar la materia orgánica.
  - c) Proliferación de fauna nociva (como ratas, moscas y cucarachas).
  - d) Consumo de energía y materiales que son utilizados en la elaboración de los envases y productos que después desecharnos.
- Además de pérdidas económicas para nuestro bolsillo.



Los beneficios por separar los residuos son:

- a) Incrementar el acopio de desperdicios reciclables.
- b) Tener la posibilidad de producir composta para fertilizar los suelos de parques y jardines, y sustituir tierra fértil que actualmente se extrae de suelos de los alrededores de la ciudad, actividad sumamente perjudicial para las áreas boscosas que aún se conservan.
- c) Dignificar el trabajo y disminuir los riesgos a la salud del personal que labora en las plantas de selección, pues esta se realiza sobre residuos más limpios e inodoros.
- d) Reintegrar materiales al ciclo de producción para reducir la demanda de materia prima virgen, y con ello el ahorro de recursos naturales.

¡Separa y vencerás!

\* Incluyen material orgánico de síntesis artificial no biodegradable, como unikel y plástico.

