



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM

GACETA

DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA

NÚMERO 86 · ENERO 2013

ISSN 1870-347X

EDITORIAL

Un año de consolidación
y fortalecimiento

IMPACTO DE PROYECTOS

Tlaxcala toma medidas para
evitar daños ante sismos

REPORTAJES DE INTERÉS

Compatibilidad electromagnética

Cavitación, Yair Ulises Morales Vergara
Mención honorífica en el Concurso de Fotografía Científica 2012
convocado por la Coordinación de la Investigación Científica y la DGDC



UN AÑO DE CONSOLIDACIÓN Y CRECIMIENTO PARA NUESTRO INSTITUTO

En todo inicio de un año nuevo, y este no es la excepción, es adecuado visualizar las principales tareas que habrá que emprender durante los doce meses por venir. Darse un tiempo para ello puede ser una muy buena inversión si resulta en la identificación de las principales metas por cumplir, independientemente del trabajo rutinario y la atención del día a día, sumamente demandante para todos.

Desde la Dirección del Instituto, en conjunto con las Secretarías y las Subdirecciones, se tienen claras varias tareas que deberemos abordar institucionalmente. Para facilitar su identificación se cuenta con el Plan de Desarrollo 2012-2016 (PD), disponible en la página web del nuestro Instituto. En ese documento se definen los 6 retos prioritarios que ya han sido presentados en igual número de anteriores ediciones de nuestra Gaceta.

De acuerdo con esos 6 retos en el año 2013 deberemos:

1.- Contar con 6 becarios posdoctorales trabajando en las líneas de investigación seleccionadas mediante un proceso participativo, dentro del marco del programa de investigación posdoctoral Emilio Rosenblueth.

2.- Realizar algunos ajustes en la estructura académica actual, basada en coordinaciones, previo proceso de discusión interna para alcanzar consensos entre los académicos involucrados.

3.- Concluir, al menos para 12 temas, con el proceso del proyecto del PD "Temas Estratégicos de Investigación" (TEI), de tal forma que se adopten institucionalmente aquellos temas que resulten de la discusión amplia entre expertos, con base en los respectivos informes de inteligencia tecnológica.

4.- Consolidar la tendencia ascendente en la producción anual per cápita de artículos indexados en el *Science Citation Index*. La meta de un artículo anual por investigador probablemente no se alcance en este año, pero deberemos acercarnos mucho a ella.

5.- Realizar sesiones con nuestros tutores del Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, para mostrarles el diagnóstico de nuestra participación y nuestros principales indicadores, con objeto de comprometerlos en alcanzar el objetivo común de consolidar su participación en el Programa Nacional de Posgrados de

Calidad (PNPC). Como resultado, se incorporarán los indicadores del tiempo de graduación y la eficiencia terminal de cada tutor en su evaluación anual.

6.- Integrar el Plan Maestro de Inversión en Infraestructura y Equipamiento, con base en el trabajo ya adelantado dentro del proyecto del PD "Modernización de Infraestructura, Instalaciones y Equipamiento" (MIIE) y de los resultados que vaya arrojando el proyecto TEI.

Cada una de estas tareas demanda esfuerzos importantes, que deberemos compartir entre los académicos interesados y con deseos de comprometerse en el proceso de planeación y seguimiento de proyectos institucionales. Esperamos que muchos se sumen a estas tareas.

Además, continuaremos con las remodelaciones de cubículos y laboratorios, con prioridad para aquellos espacios que no han recibido atención desde hace varios años. Actualmente se lleva a cabo la renovación del interior del edificio 4, al concluir el trabajo de cambio de cancelas exteriores. El salón de seminarios Emilio Rosenblueth deberá ser atendido en este año.

Todo este trabajo, dirigido a fortalecer nuestro Instituto, deberemos desarrollarlo en conjunto para atender los compromisos derivados de nuestros proyectos patrocinados y en un contexto que parece promisorio en cuanto a oportunidades de desarrollar proyectos con diversas instituciones, tal como ha sucedido en los últimos años. A este respecto, todo indica que continuará la inversión en infraestructura así como la creación de nuevos programas gubernamentales que se empiezan a anunciar en este inicio de gobierno federal y donde se demandará nuestra participación. Sin duda, este 2013 será un año intenso y ocupado.

Esperemos que este año que inicia sea un año de consolidación y crecimiento para nuestro Instituto y su personal. Los indicios así lo apuntan; trabajemos para concretarlo.

Lo mejor en lo profesional y en lo personal para toda la comunidad del Instituto de Ingeniería para este nuevo año.

Adalberto Noyola
Director



PREMIOS SMIG

Felicitemos a Alexandra Ossa López, investigadora asociada C de la Coordinación de Geotecnia a partir del 1° de enero 2013, quien fue merecedora del premio “Manuel González Flores”, en ese campo de investigación. El premio lo otorga la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica y le fue entregado durante la XXVI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, que se realizó en Cancún los días 14 y 15 de noviembre de 2012. Una merecida recompensa a su esfuerzo y capacidad.



Felipe Vázquez

En ese mismo encuentro se premió el mejor artículo técnico ahí presentado, de la autoría de Felipe Vázquez y Gabriel Auvinet, con el título “*Modelo numérico para detectar trayectorias preferenciales de filtración en presas de tierra*”. Va para ambos también una calurosa felicitación por ese reconocimiento de sus colegas.



Eduardo Botero

NUEVO NOMBRAMIENTO SMIG

El doctor Eduardo Botero Jaramillo fue electo secretario de la Mesa Directiva 2013-2014 de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica durante la XXVI Reunión Nacional de la SMIG.

¡Enhorabuena! 🎉

RECONOCIMIENTOS SMIE



Victor Cecilio Romoaldo

El doctor Juan José Pérez Gavilán recibió el Premio a la Investigación 2012, que otorgó la SMIE. La entrega del reconocimiento se llevó a cabo durante el XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural, en la ciudad y puerto de Acapulco, Guerrero. Esta distinción se entrega cada dos años.

Asimismo, le damos nuestro reconocimiento y felicitamos al doctor Armando Gustavo Ayala Milián, quien en ese mismo congreso fue nombrado miembro honorario de la SMIE, máxima distinción que otorga tal sociedad técnica.

Por su parte, el ingeniero Víctor Cecilio Romoaldo, alumno del doctor José Alberto Escobar Sánchez, recibió una mención honorífica por sus tesis *Nueva filosofía de diseño por torsión sísmica en estructuras de mampostería*, en la contienda por la mejor tesis de licenciatura en el campo de la Ingeniería Estructural.

¡A todos ellos nuestras felicitaciones! 🎉



Dentro de los autores se encuentran los doctores David Morillón y César Ángeles Camacho, ambos investigadores del Instituto de Ingeniería. El primero es autor del volumen *Energía para el edificio sustentable*, junto con Diego Morales, mientras que César Ángeles y Óscar Jaramillo son autores del volumen que lleva por título *Granjas eólicas*, donde se muestra la importancia que ha

tenido el viento desde tiempos remotos y el por qué debemos considerarla como una energía alternativa importante.

Por su parte, David Morillón explicó que para poder tener un edificio sustentable se debe partir de un diseño que permita adecuarse al medioambiente. Esto es muy importante en lugares con climas extremos, como el norte de nuestro país. “Lo interesante —dijo— es que en esta clase de edificios podemos utilizar todos los tipos de energía que existen, como la solar, la eólica, la nuclear, etc.”

El comité editorial lo presidió la doctora Ana María Martínez, quien aprovechó para felicitar a los autores: “fue una gran suerte que este grupo respondió a las fechas marcadas; no es en realidad un merito mío. Además estoy segura de que el propósito de comunicar los avances científicos de manera eficiente a los jóvenes se cumplió totalmente. Esta colección abre las puertas al público en general para que se aficionen a la lectura y para que comprueben que la ciencia puede ser muy divertida” —concluyó. ❧

REUNIÓN DE TRABAJO DEL GRUPO DE BIBLIOTECAS DE CIENCIAS

La Unidad de Servicios de Información (USI) dio la bienvenida al Grupo de Bibliotecas de Ciencias el pasado 5 de diciembre en el salón de Seminarios Emilio Rosenblueth. El objetivo de la reunión fue realizar esfuerzos conjuntos para establecer lineamientos y criterios que permitan desarrollar colecciones selectas en formatos impreso y electrónico, y administrar la gestión de los servicios tradicionales y digitales del Subsistema de Bibliotecas Científicas de la UNAM. Estas acciones son en beneficio de los investigadores, profesores y estudiantes universitarios. La reunión la organizó la USI y asistieron 14 coordinadores y 6 técnicos académicos, personal de estas bibliotecas. ❧



SIGUE AL INSTITUTO DE INGENIERÍA EN LAS REDES SOCIALES



PERFIL: www.facebook.com/InstitutoIngenieriaUNAM
PÁGINA: www.facebook.com/iingenunam



twitter.com/IIUNAM



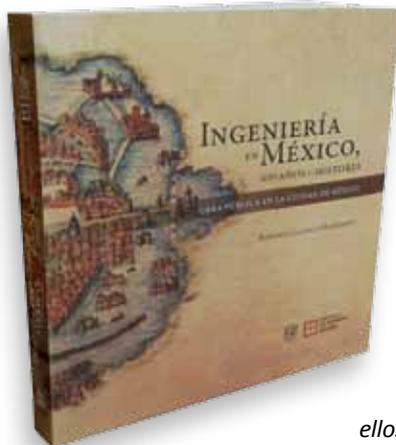
www.linkedin.com/company/instituto-de-ingenier-a-de-la-unam



www.youtube.com/IINGENUNAM



Continúa: *Uno de los principales problemas que se me presentaron durante la elaboración de este libro fue el acceso a los archivos públicos como, por ejemplo, la Penitenciaría y el Archivo Histórico del Ayuntamiento, lugares que tal parece que están peleados con la cultura. Sin embargo, hay otros, como el Casino Español, y muy en especial los fondos del INAH, donde el servicio es excelente. Desafortunadamente, no puedo decir lo mismo del fondo reservado de la Universidad.*



existieron 11 formas de prostitución. Fue curioso porque consultando unos archivos encontré que la abadesa de la primera casa de refugio para mujeres desvalidas, Ana del Soto, pedía al ayuntamiento que revisaran el agua que pasaba por su casa. Ahí me di cuenta de que existió una red subterránea de agua, y lo mismo me ocurrió con el drenaje. A partir de ese momento me interesó rescatar toda la información relacionada con la ingeniería antigua. Mucha gente del Instituto de Ingeniería me ayudó en este trabajo, entre ellos don Emilio Rosenblueth y el profesor Sánchez Bribiesca. Así fue como descubrí el mundo mágico de la ingeniería.

Roberto Llanas se confiesa un apasionado de la ingeniería y nos cuenta que llegó al IIUNAM a trabajar por 3 años y se quedó 30. *Cuando ingresé al II –comenta– estaba preparando una investigación sobre la prostitución en México, desde los prehispánicos hasta el siglo XIX; según mucha gente timorata nunca existieron las prostitutas en este tiempo. Por supuesto que*

Este libro es uno de los muchos que ha escrito el licenciado Roberto Llanas y Fernández y estamos seguros de que lo van a disfrutar. 📖

PERSONAL ACADÉMICO

A continuación presentamos la lista de las personas que durante 2012 y principios de 2013 se incorporaron como personal académico del IIUNAM.

Yusef Zavalza Cabello cursó la carrera de ingeniero civil en la UNAM y se incorporó a la Coordinación de Estructuras y Materiales del Instituto de Ingeniería como técnico académico asociado C para trabajar con el maestro Abraham Roberto Sánchez Ramírez a partir del 1º de agosto de 2012.

Armando González Sánchez ingresa al IIUNAM como investigador asociado C en la Coordinación de Ingeniería Ambiental a partir del 1º de mayo de 2012 para colaborar con la doctora Susana Saval. Es egresado de la Universidad Metropolitana, donde cursó sus estudios doctorales en ingeniería química.

Alexandra Ossa López cursó la carrera de ingeniería civil en la Universidad Nacional de Colombia. Sus estudios de posgrado (maestría y doctorado) los realizó en la UNAM y se integra a la Coordinación de Geotecnia a partir del 1º de enero de 2013 para colaborar con el doctor Efraín Ovando.

A todos ellos les damos la más cordial bienvenida. 📖



Alexandra Ossa López



SEGUNDO CONCURSO DE FOTOGRAFÍA DEL IIUNAM

El 11 de diciembre, en el último Café Académico de 2012, se llevó a cabo la premiación del Segundo Concurso de Fotografía del Instituto de Ingeniería “Dale clic a los problemas ambientales y a su solución”, con el tema “energía sostenible”, por el Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos.

Los ganadores fueron:

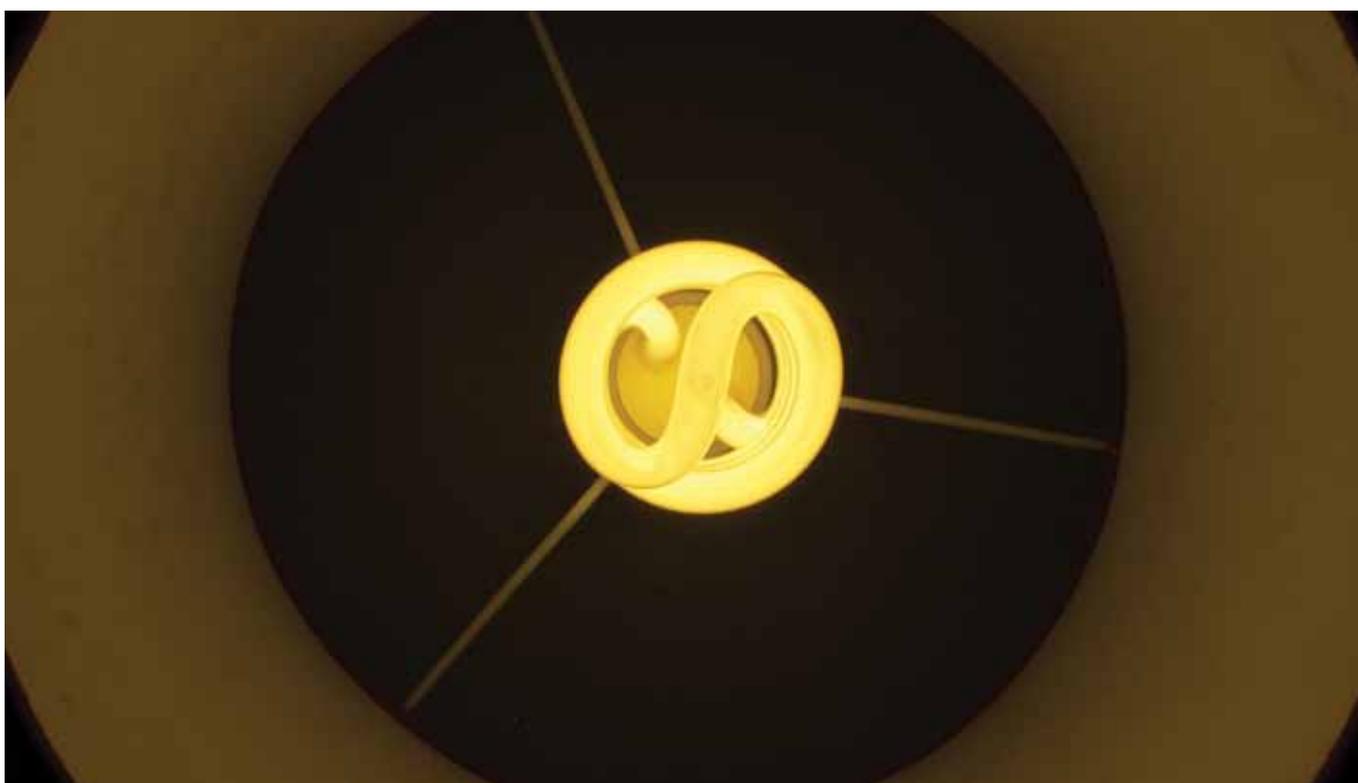
- 1er. lugar: Chantal Carius Estrada, con “Entre la energía natural y la artificial”
- 2do. lugar: Nathalia María Torres Morales, con “Un nuevo amanecer”
- 3er. lugar: Sandra Lozano Bolaños, con “Espiral de luz” 🏆



“Entre la energía natural y la artificial”



"Un nuevo amanecer"



"Espiral de luz"



COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

DR. CARLOS ROMO FUENTE (FI),
DR. FREDERIC TRILLAUD (INGEN) Y
DR. FERNANDO VELÁZQUEZ VILLEGAS

El concepto de compatibilidad electromagnética (EMC, del inglés *electromagnetic compatibility*) formalmente se entiende como la aptitud de un aparato o sistema para funcionar en forma satisfactoria en su entorno electromagnético sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentra en dicho entorno.

Normalmente se considera un aspecto adicional al diseño y a la ingeniería; sin embargo, el interés sobre el tema, en la mayoría de los casos, se relaciona con el número de desastres ocasionados por las interferencias electromagnéticas (EMI, del inglés *electromagnetic interference*) que surgen durante el funcionamiento de los sistemas.

En la mayoría de los casos se tiene la premisa de que si no surge ningún problema en cualquiera de las etapas de diseño de algún sistema, entonces nadie se preocupa por el tema de la EMC hasta que surge algún desastre, dejando de lado la posibilidad de reducir la probabilidad de que se presente un mal funcionamiento del mismo.

Durante la historia del desarrollo tecnológico han ocurrido diferentes casos en los que debido a interferencias electromagnéticas se han provocado accidentes en todas las escalas, desde el mal funcionamiento de dispositivos electrónicos hasta pérdida de vidas debido a estos accidentes.

Podemos mencionar como ejemplos, a modo de establecer la importancia del análisis de la EMC y su impacto directo en la sociedad, diferentes situaciones comunes en la vida cotidiana, como la activación de bolsas de aire en la industria automotriz debido al uso de los teléfonos celulares, esto como producto de la generación del campo electromagnético de altos niveles que generan corrientes parásitas en la red de cableado a lo largo del vehículo, lo cual a su vez genera el encendido de los dispositivos de emergencia; esto ha ocasionado el retiro de millones de automóviles del mercado, lo cual se reflejó en pérdidas millonarias para proteger estos dispositivos. Incluso existen reportes de apagado de los motores de vehículos debido a la alta intensidad del campo electromagnético en el interior del automóvil.

Uno de los ejemplos más críticos en la industria militar es el lanzamiento no previsto de misiles a bordo de portaviones debido a transmisiones de radar no deseadas.

En la industria médica se han presentado casos de malfuncionamiento de marcapasos en las puertas de seguridad de las tiendas comerciales, lo que genera que las personas que tienen estos dispositivos biomédicos enfrenten situaciones de emergencia.

Es entonces que, ante la tendencia en el aumento de la cantidad de elementos electrónicos, medios de comunicación y navegación, sistemas automáticos de control, uso de nanotecnología, optimización en sistemas estructurales, etc., durante la etapa de diseño de sistemas de a bordo de objetos móviles (satélites, naves espaciales, aviones, helicópteros, barcos, automóviles, electrodomésticos, sistemas de comunicación, etc.), el análisis de la EMC adquiere mayor importancia.

Para lograr una compatibilidad electromagnética donde se garantice el rendimiento y la funcionalidad de los productos, es necesario contar con métodos, modelos y algoritmos que ayuden a la disminución o eliminación del ruido electromagnético, sea cual sea la industria.





Los investigadores y desarrolladores de tecnología así como la sociedad en general debe tomar un papel proactivo en el desarrollo de productos bajo criterios de EMC, y no una actitud reactiva a las crisis que puedan presentarse durante el ciclo de vida de los mismos.

Se ha trabajado intensamente en tener un acercamiento al estudio de la EMC a través de la definición del ambiente electromagnético en donde se encuentra el sistema a estudiar, esto es, evaluar e identificar los niveles de campo electromagnético presente en el espacio donde esté funcionando el sistema.

Para esto, es necesario identificar las fuentes de campo electromagnético (fuentes de alimentación, redes de comunicaciones o alimentación eléctrica, antenas transmisoras o receptoras); los medios de propagación o de acoplamiento de los campos presentes (medios de conducción o radiación, acoplamiento inductivo o capacitivo); y los sistemas receptores de dichos campos (equipos de medición, instrumentación, computadoras de vuelos, sistemas de electrónicos). Es en este punto donde los temas de física, como electromagnetismo aplicado, análisis de medios de transmisión, campos y ondas electromagnéticas, propagación, teoría de blindajes y física de materiales nos proporcionan el conocimiento fundamental para analizar estos problemas.

Parte esencial de un análisis de EMC es evaluar el estándar asociado con la industria en la que se trabaja, lo cual garantizará la conformidad del mismo. El impacto de conformidad estándar de EMC a nivel internacional es aquel que permitirá la exportación del producto a nivel internacional y el reconocimiento de los productos generados bajo un marco de seguridad electromagnética.

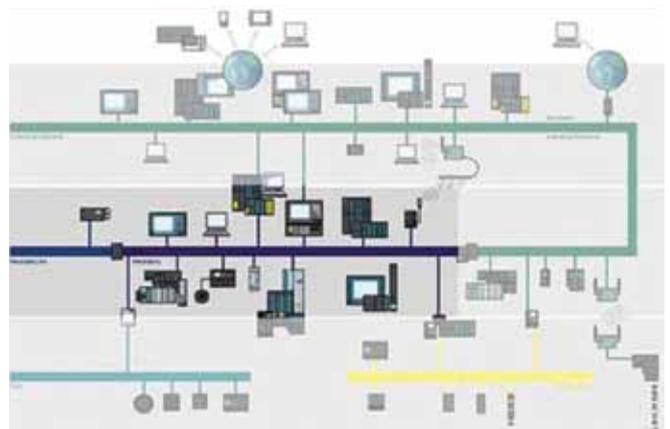
Así, la EMC tiene cabida en el desarrollo de nuevas tecnologías, como la generación de sistemas electrónicos de alto desempeño, lo cual sucede en industrias a nivel internacional; el desarrollo de normas nacionales e internacionales para observar la conformidad de los estándares; el desarrollo de tecnología y de infraestructura de laboratorios para el estudio de EMC; la generación de nuevos campos de estudio con el apoyo de otras áreas, como análisis numérico y optimización para la generación de nuevas herramientas de estudio de EMC en las diferentes industrias establecidas en las distintas regiones del país y, por supuesto, la formación de recursos humanos para cubrir las necesidades de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en nuestro país.

El análisis de compatibilidad electromagnética deberá convertirse en parte fundamental de la propuesta de desarrollo de nuevas tecnologías, para lo cual deberán generarse los mecanismos

que permitan establecer las bases para llevar a cabo estos análisis, desde la formación de recursos humanos capacitados en el área hasta la realización de pruebas de certificación y de conformidad a los estándares que la industria en nuestro país necesita. Dado el contexto alrededor de la EMC, su importancia y su complejidad, un grupo de académicos del Instituto de Ingeniería y de la Facultad de Ingeniería de la UNAM se han dado a la tarea de formular acciones específicas para formar ingenieros expertos en este tema a mediano plazo.

Esta futura formación académica se apoyará sobre conocimientos sólidos y multidisciplinarios que contemplarán los diseños de productos electrónicos bajo los criterios de EMC. Los alumnos deberían recibir, además de cursos sobre la teoría de EMC, formaciones en electrónica, en teoría electromagnética y propagación de ondas, técnicas numéricas y experimentales. Esos cursos deberán enfocarse sobre el diseño de productos que cumplan con los requerimientos de emisión y susceptibilidad electromagnética con base en estándares.

No existen en México cursos dedicados a este tema, tampoco una carrera específica. Por lo anterior y respondiendo a una demanda industrial creciente en el país, el grupo mencionado está proponiendo la creación de cursos especializados sobre el tema de la EMC en la UNAM, con el objetivo de formar ingenieros especializados de alto nivel en este tema. A largo plazo, esta semilla permitirá a esos ingenieros traer su experiencia del tema respondiendo a necesidades de tipo industrial. Esos cursos incluyen análisis numérico con base a elementos finitos y herramientas de optimización, técnicas experimentales de generación y medición de ondas electromagnéticas, teoría de la EMC y de propagación de ondas. Los cursos permitirán confrontar la teoría y la práctica, y dar a los aspirantes la oportunidad de diseñar equipos sencillos que cumplan con algunos aspectos de la EMC que se caractericen a través del apoyo de investigadores y laboratorios existentes 📡.





ECOTIPS

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 unicef y plástico.





EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN DE CLÍNKER CON COMBUSTIBLE FÓSIL FRENTE A COMBUSTIBLE DERIVADO DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES

||||||| POR DRA. LEONOR PATRICIA GÜERCA |||||

INTRODUCCIÓN

El concreto es el segundo material más consumido en el mundo después del agua, y su principal componente es el cemento, cuya producción implica la sintetización de una mezcla de arcilla y caliza para producir clínker. Este proceso requiere una importante cantidad de energía para mantener las temperaturas del horno alrededor de los 2000 °C. De acuerdo con las proyec-

nes, el consumo de cemento a nivel mundial podría alcanzar 3.4 billones de toneladas para el año 2020, con el correspondiente incremento en el uso de energía, materias primas y generación de contaminantes (Cembureau, 2010).

Por otra parte, el crecimiento de la población y los cambios en los hábitos de consumo han causado un aumento en la generación



Planta de cemento de CEMEX en Tepeaca, Puebla. México.



de residuos municipales, lo cual requiere de sistemas integrales de gestión que consideren alternativas de tratamiento y de disposición final que sean económicamente posibles, ambientalmente eficientes y socialmente aceptables.

En este sentido, la industria del cemento podría tener un papel clave en la gestión de residuos municipales, ya que permite el coprocesamiento de la fracción con alto poder calorífico (FIRSU, de acuerdo con la nomenclatura en México) al utilizarlo como combustible alternativo.

Sobre este tema se han publicado varios estudios (Strazza, *et al.*, 2011; Genon y Brizio, 2008; Mokrzycki *et al.*, 2003; European Commission, 2003) que señalan que el uso de FIRSU como combustible alternativo en hornos de cemento ofrece un mejor desempeño ambiental por sus características específicas de funcionamiento a altas temperaturas; sin embargo, es necesario evaluar de una manera holística, objetiva y sistemática los impactos ambientales considerando las condiciones de México.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este trabajo es desarrollar un análisis de ciclo de vida comparativo de la producción de clínker usando coque de petróleo como combustible, frente a una mezcla de combustibles conformada por coque de petróleo y FIRSU.

METODOLOGÍA

Los escenarios evaluados en este estudio son un escenario BASE, que considera como combustible 100 % coque de petróleo, y un escenario FIRSU, en el cual se asume el uso de 80 % coque de

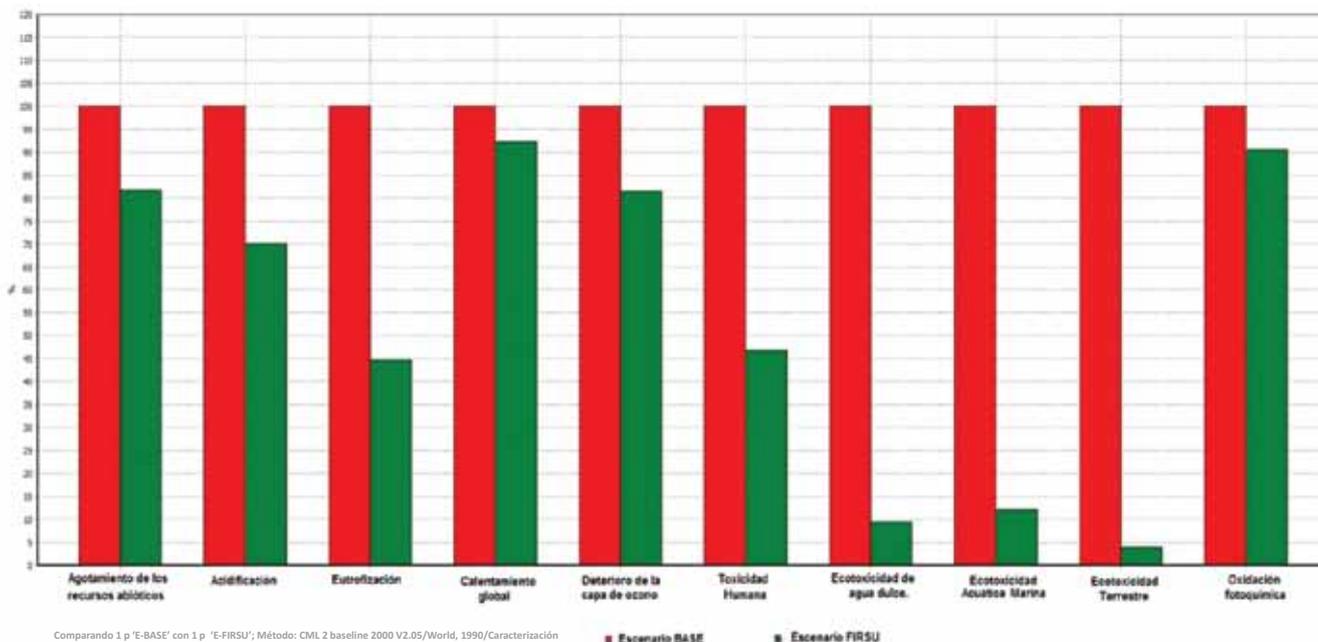
petróleo y 20 % FIRSU. Para los dos casos se contó con datos reales de la planta de cemento de CEMEX en Tepeaca, Puebla, y de la gestión de residuos de la ciudad de México, que actualmente proporciona el FIRSU a Tepeaca.

La unidad funcional (UF) del análisis de ciclo de vida (ACV) es una tonelada de clínker, y se toman en cuenta todos los consumos de materia prima, agua, energía, emisiones al aire, descargas al agua y generación de residuos de cada uno de los procesos unitarios del ciclo de vida del clínker (cantera, molienda, homogenización y horno), de los combustibles utilizados y del transporte de los materiales.

La composición de los residuos utilizados es del 32 % de plásticos, 50 % de papel y cartón, 10 % de textiles y 8 % de madera. Las categorías de impactos ambientales evaluadas son acidificación, disminución de recursos abióticos, eutrofización, deterioro de la capa de ozono, calentamiento global, toxicidad humana, toxicidad terrestre y formación de foto-oxidantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra, en términos porcentuales, los impactos ambientales para los dos escenarios analizados. Aquí se observa que el escenario FIRSU muestra un mejor desempeño ambiental para todas las categorías de impacto analizadas, lo cual se debe principalmente a que se disminuye el consumo de coque, y con ello los impactos por el proceso de su fabricación. Otro factor relevante en el análisis es que se disminuye la cantidad de residuos que son dispuestos en el relleno sanitario.



Comparando 1 p "E-BASE" con 1 p "E-FIRSU"; Método: CML 2 baseline 2000 V2.05/World, 1990/Caracterización

■ Escenario BASE ■ Escenario FIRSU

Figura 1



Dada la importancia del cambio climático y de la toxicidad humana, a continuación se discuten de forma más detallada dichas categorías.

Con respecto al calentamiento global, se identifica que las emisiones de GEI generadas en el escenario BASE son de 425 kg CO₂e por cada tonelada de clínker fabricada, y es el horno el que más emisiones genera (77 %), seguido del proceso de fabricación de coque en la refinería (11 %); por su parte, el escenario FIRSU genera 407 kg de CO₂e, lo cual concuerda con otros estudios científicos, como lo reportado por Genon y Brizio (2008).

El indicador de impacto para la categoría de toxicidad humana está relacionado con la emisión a la atmósfera y la descarga al agua de compuestos, como metales pesados, dioxinas, cloro, benceno, entre otros.

El análisis detallado de esta categoría de impacto señala que el escenario BASE genera 132 kg 1,4-DBe (1,4-diclorobenceno equivalentes), mientras que el escenario FIRSU genera 72 kg 1,4-DBe. Esta diferencia se debe a que en el coprocesamiento de residuos municipales los metales pesados son transferidos a la matriz de clínker en vez de ser emitidos a la atmósfera (Genon y Brizio, 2008). Otros estudios han reportado que el mercurio (European Commission, 2003) y el cloro (Genon y Brizio, 2008) pueden presentar un ligero incremento en sus niveles de emisión cuando se utilizan residuos como combustible, lo cual no se refleja en este estudio.



Horno de cemento

Otro compuesto que interviene en la generación de impactos relacionados con la toxicidad y que ha sido una preocupación fundamental en el coprocesamiento es la formación de dioxinas. Al respecto, se ha realizado una investigación específica en la cual se evaluó la generación de dioxinas por uso de residuos municipales como combustible alterno en hornos de cemento (SINTEF, 2004), y se identificó que no hay correlación entre la formación de dioxinas y el uso de residuos como combustibles, lo cual coincide con los resultados de este análisis.

CONCLUSIONES

La sustitución energética del 20 % de coque de petróleo por residuos municipales de alto poder calorífico representa un ahorro de 18 kg CO₂e y 60 kg 1,4-DBe por cada tonelada de clínker fabricado.

Los resultados señalan que la sustitución de coque de petróleo por residuos municipales con alto poder calorífico en hornos de cemento es una opción ambientalmente favorable, debido principalmente a tres razones:

- 1) Se evita la disposición de una gran cantidad de residuos en rellenos sanitarios, y de esta forma permite su aprovechamiento y la mitigación de impactos ambientales.
- 2) Se disminuye la emisión de algunos compuestos con efectos ambientalmente adversos, a causa de las altas temperaturas y el tiempo de residencia en el horno.
- 3) Se disminuye el uso del coque, y con ello los impactos asociados con el proceso de refinación.
- 4) Se disminuye el agotamiento de combustibles fósiles al sustituir el uso de coque de petróleo por residuos.

Se debe poner especial cuidado a la calidad de los residuos municipales que entran a cogeneración, con el fin de mantener bajo control la emisión de metales pesados.

La cuantificación de emisiones bajo un enfoque de ciclo de vida permite apoyar el proceso de toma de decisiones desde una perspectiva holística y con mayor información, lo cual, en este caso, constituye un respaldo para aprovechar la fracción de residuos municipales con alto poder calorífico como combustible alterno en hornos de cemento.

REFERENCIAS

- CEMEX 2012, Informe Desarrollo Sustentable 2010. Consulta en línea.(<http://www.cemexmexico.com/DesarrolloSustentables/ids2010/Intro.aspx>).
- Cembureau, 2010. Draft Technical Guidelines on Co-processing of Hazardous Waste in Cement Kilns (Version 15 November 2010). The European Cement Association.



Planta de selección de residuos en San Juan de Aragón

- European Commission, Directorate general environment, 2003. Refuse Derived Fuels, Current Practice and Perspectives. Final Report.
- Genon G. and Brizio E., 2008. Perspective and limits for cement kilns as a destination for RDF. Waste Management 28, 2375-2385.
- Mokrzycki E., Uliasz-Bochenczyk A. and Sarna M., 2003. Use of alternative fuels in the Polish cement industry. Applied Energy 74, 101-111.
- SINTEF, 2004. Formation and release of POP in cement industries. Society of Petroleum Engineers, 2003. Mercury in U.S. crude oil: a study by U.S. EPA, API and NPRA.

- Strazza C., Del Borghi A., Gallo M. and Del Borghi M, 2011. Resource productivity enhancement as means for promoting cleaner production: analysis of co-incineration in cement plants through a life cycle approach. Journal of Cleaner Production 19 (2011) 1615-1621

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a CEMEX México los datos proporcionados para el desarrollo de este estudio y a la maestra Claudia Roxana Juárez López por su apoyo en la realización del análisis de ciclo de vida 🧑‍🔬.



tobas andesíticas que sobreyacen a rocas ígneas o basálticas características del tipo de suelo donde se encuentra ubicada la zona intermedia. Actualmente, dentro del municipio no se han realizado edificaciones de estas alturas; pero si en un futuro se pensara en construir viviendas de más de 6 pisos, se deben tomar precauciones para que sean seguras.

En cuanto a la zona baja, donde existen viviendas de 1 a 3 pisos, es necesario hacer una revisión periódica de estas estructuras, ya que, por un lado, la mayoría fueron construidas en adobe o mampostería, y por otro, se encuentran ubicadas en las zonas aluviales donde el estrato tiene un espesor no mayor a los 15 m. En términos de periodos estructurales esta zona representa el mayor peligro sísmico del municipio; si ocurriera un sismo de fallamiento normal cerca del municipio con una magnitud de $M_w \geq 7.0$, o un sismo cortical de magnitud $m_b \geq 4.0$, afectaría a casas convencionales de entre 1 a 3 pisos. Las casas afectadas serían muchas, ya que la mayoría de las viviendas en Apizaco tienen estas características.

Una recomendación importante: antes de iniciar la construcción de una vivienda es necesario consultar los estudios que se han realizado en la zona, a fin de evitar afectaciones en las mismas ante la presencia de los sismos. ❧



AVANCES DEL PROYECTO LEI TEI

Con el fin de homogeneizar las propuestas de los temas que fueron recibidas, se estableció el concepto de tema de investigación como la acepción que engloba una problemática genérica y la línea de investigación una problemática específica. En razón de ello, el nombre del proyecto se denominará TEI

Con los resultados obtenidos en el taller de análisis efectuado en la etapa 2, se continuó con la tercera fase del proyecto, que consiste en someter los temas de investigación a un análisis bibliométrico a través del cual se identifican diversos aspectos entre los que se pueden señalar los siguientes:

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

Con base en los resultados de las etapas tres y cuatro, 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 puedan aportar conocimientos con base en los reportes emitidos en la etapa tres. La siguiente figura nos ubica en las etapas y el estado actual del proyecto.



En el sitio de trabajo del Plan de Desarrollo 2013-2018 dentro del proyecto TEI podemos encontrar la lista de los 154 temas presentados por los investigadores así como los 23 temas presentados en el taller del MAP (etapa 2). <http://dharoon.com/ingen/imagenes/PlanDeDesarrolloOficio1236/te/04/aut.aspx>

DIRECTORIO

UNAM

Rector
Dr. José Narro Robles

Secretario general
Dr. Eduardo Bárcena 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 UNAM

INSTITUTO DE INGENIERÍA

Director
Dr. Adalberto Noyola Robles

Secretaria académica
Dra. Rosa María Ramírez Zamora

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
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 Hirriart, 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
Yair Ulises Vergara

Colaboradores
I. Q. Margarita Moctezuma Riubí

Diseño
Lic. Ruth Pérez

Impresión
Navegantes S.A. de C.V.

Distribución
Guadalupe De Gante Ramírez

La humanidad avanza gracias no solo a los potentes empujones de sus grandes hombres, sino también a los modestos impulsos de cada hombre responsable. Graham Greene¹

EN EL INICIO

“Todo comienzo tiene su encanto” y sus esperanzas. Al comenzar un nuevo año suele hacerse el balance del anterior y pensar en cómo lograr que sea mejor el siguiente. En eso estoy, y quisiera pedirles algo que sólo ustedes pueden hacer para que esta “paginita” cumpla mejor sus objetivos en 2013: compartan conmigo los temas, dudas o problemas de redacción que les interesen. También expresen su desacuerdo con lo afirmado aquí, cuando lo sientan. Aprovechen la facilidad que da el correo electrónico para que la comunicación exista entre nosotros y seguramente todos aprenderemos en el intercambio. Por favor, escribanme y cuéntenme de qué quieren que se trate o qué aspecto de redacción les gustaría que se aclarara, durante este año, que deseamos sea estupendo.

BIBLIOGRAFÍA PARA EMPEZAR

Por mi parte, quisiera que quienes estén deseosos de mejorar su redacción empezaran el año contando con elementos que son esenciales para ello. ¿Tienen un **diccionario de español**, otro **del uso del español de México**, uno bueno de **inglés-español** y alguno de **sinónimos y antónimos**?² Espero que sí, y si por ser muy jóvenes u otros avatares, les falta alguno, regálenselo(s) de Reyes, y empiecen este año con el equipo básico mínimo para redactar sin errores.

De los textos especializados en redacción científica, recomiendo tres en especial:

Cómo escribir y publicar trabajos científicos, de Robert A Day, publicado por la Organización Panamericana de la Salud (EUA), en español desde 1996. Es un libro que trata prácticamente todos los aspectos de redacción y formato de las publicaciones científicas, de manera sencilla y simpática; además de abarcar también el proceso de propuesta y aceptación o rechazo para publicar en las revistas y cómo escoger éstas de manera asertiva.



Manual de redacción científica, de José A Mari Mutt, del Departamento de Biología de la Universidad de Puerto Rico. Es un texto que pueden consultar en la Web, escrito por un joven científico que trata con agudeza, amplitud y claridad los temas de redacción.

Cuadernillos, de Carmen Meda, editado por el Instituto de Ingeniería en 1996. Fue escrito a partir de los errores que esta entrañable maestra, al corregir, encontraba en los informes de los ingenieros, por lo que trata precisamente de los detalles de interés donde tropezaban estos autores. Por supuesto, pueden optar por consultar todos los libros en la biblioteca, pero háganlo cuanto antes, para que conozcan dónde están, cómo son y recurran a ellos como a buenos y conocidos amigos sabios.

OBJETIVOS DE ESTILO

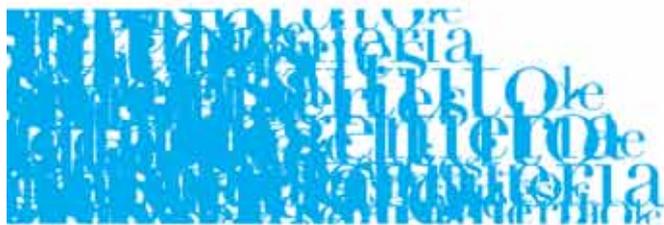
Por último, ante la pantalla en blanco, cuando cuenten ya con una buena investigación por difundir, con todas sus partes ordenadas y revisadas, al empezar a escribir, recuerden las palabras clave de la buena redacción científica: **concisión, claridad, precisión.**

¡Salud, alegría y muchos logros, en el nuevo año!

Olivia Gómez Mora (ogmo@pumas.iingen.unam.mx)

¹ Autor inglés de *El factor humano*, *Los comediantes*, *Nuestro hombre en La Habana*, *El poder y la gloria*, y *El americano impasible*. En 1938 visitó México a petición de sus editores, lo que le motivó la crónica de viaje *Caminos sin ley* (1938).

² Los diccionarios más recientes de la Real Academia Española (RAE) son aceptables, así como el *Diccionario panhispánico de dudas* y la *Ortografía de la lengua española*, también de la RAE. En el caso de México es necesario contar con el *Diccionario del español usual en México*, dirigido por Luis Fernando Lara, del Colegio de México. Entre los muchos que hay en inglés están el *Gran Diccionario Oxford español-inglés/inglés-español*, *Pocket Plus inglés-español de Collins* y, para quienes prefieren consultar la WEB, es recomendable *The Longman Dictionary of Contemporary English Online*. También es bueno tener a mano ayuda para encontrar sinónimos en inglés con el *Oxford Dictionary of Synonyms and Antonyms*, el *Collins Dictionary of Synonyms and Antonyms* o el *Webster's Dictionary of Synonyms*. Además, es útil consultar el *Diccionario Oxford de Phrasal Verbs Inglés-Español*.



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 (2012-1956)
- Instrucciones a los autores

Inf: 56 23 36 00 ext 8114

