



FINGUACH

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

Primer Foro de Egresados
y Empleadores de Ingeniería 2015

Entrevista
Dr. Miguel Robles Pérez



JUN-AGO 2015
Año 2 Núm. 4

El Gobierno del Estado de Chihuahua,
a través de la
Secretaría de Educación, Cultura y Deporte
te invita a participar en la



CONVOCATORIA

para

CURSOS

de **ESPECIALIZACIÓN**
EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

que ofrecemos para que estés mejor capacitado
y cuentes con las herramientas que demandan las importantes
empresas de clase mundial con expansión en Chihuahua.

Si eres egresad@ de alguna institución educativa del Estado,
cuentas con nivel avanzado de inglés
y te interesa ser más competitivo.

¡PARTICIPA!

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN,
CULTURA Y DEPORTE



Chihuahua
Gobierno del Estado



Más informes en:
www.educacion.chihuahua.gob.mx
y en el (614) 429-33-00 ext. 12340

cursospecializacion@chihuahua.gob.mx

Secretaría de Educación, Cultura y Deporte

Si eres técnic@ en:

- Electrónica y automatización.
- Mantenimiento a maquinaria pesada.
- Mantenimiento.
- Mantenimiento Industrial.
- Mecatrónica.
- Mecatrónica y automatización.
- Procesos industriales.
- Manufactura.
- Maquinados de precisión.
- Montacarguista.

Si eres Ingenier@ en:

- Industrial.
- Ambiental.
- Eléctrica.
- Electrónica.
- Electromecánica.
- Física.
- Energías Renovables.
- Materiales.
- Mantenimiento Industrial.
- Mecatrónica.
- Nanotecnología.
- Tecnología Ambiental.
- Mecánica.
- Químico.
- Procesos y operaciones industriales.
- Industrial en calidad y productividad.
- Industrial en calidad.



Yo pego, tú pegas, todos pegamos.




Siempre fuerte, siempre:

 **Niasa**[®]
Entre tú y tu obra

niasa.com.mx



Madera de pino 
para **construcción**
y **carpintería**

Triplay de pino para cimbra 

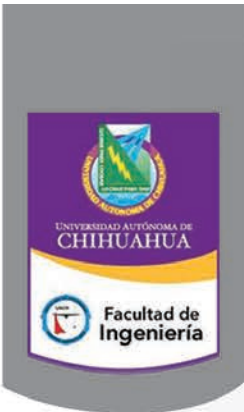
Puertas principales 
y de interior

Tableros y accesorios 
para carpintería



Bvd. Fuentes
Mares y Esmeraldas
Col. El Mármol Chihuahua, Chih.

Tel. (614) 420.16.11
depinosa@prodigy.net.mx
www.depinosa.com



El mejor indicador para medir la calidad de una institución educativa de nivel superior es por el desempeño profesional de sus egresados; en virtud de esto, la Facultad de Ingeniería realizó el Primer Foro de Egresados y Empleadores, el 27 de abril del año en curso. Al cual asistieron ingenieros de las once carreras que se ofrecen en nuestra Facultad.

El Ing. Francisco Espino de la O, ingeniero civil, Presidente del Patronato de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) y maestro fundador, nos compartió una conferencia magístral, donde exhortó a la reflexión de crecer en cantidad y en calidad. Los asistentes expusieron sus experiencias ante sus colegas y enseguida en un esquema de panel los alumnos pudieron conocer y preguntar a estos profesionistas el camino que siguieron para tener éxito.

En la entrevista al Ing. Julio Mercado, dueño de MERP Edificaciones y Terracería se puede constatar el éxito de uno de los egresados de ingeniería civil. Le agradecemos haber compartido su experiencia profesional, como funcionario de gobierno y después como empresario.

Por otra parte, uno de los lineamientos que debe seguir un programa de educación en ingeniería es fortalecer la formación de ingenieros en el área de ciencias básicas, ciencias de ingeniería e ingeniería aplicada, es por eso que la UACH, a través de la Facultad de Ingeniería, realizó su Primer Concurso de Física y Matemáticas, dirigido a alumnos de instituciones educativas de nivel medio superior. Éste evento tuvo lugar en las instalaciones de la Facultad el 25 y 26 de abril. Durante la premiación, realizada el 6 de mayo, se entregaron entre los ganadores del primer lugar 12 computadoras portátiles (patrocinadas por el Clúster Metalmeccánico de Chihuahua), para los del segundo lugar 30 cargadores móviles y para los del tercer lugar, una memoria extraíble y taza conmemorativa.

Finalmente, agradecemos a todos los autores que participan en esta edición y al Dr. Miguel Robles Pérez, destacado investigador del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por haber visitado nuestras instalaciones con el objetivo de ofrecer una conferencia y habernos concedido la oportunidad de entrevistarlo.



Atentamente

M.I.
Ricardo Ramón Torres Knight

Vinculación



[CONTE- NIDO]

- 4 ▶ Entrevista
Dr. Miguel Robles Pérez
- 6 ▶ La Ingeniería civil
aplicada en la mitigación del radón en casa habitación
Dr. Octavio Hinojosa de la Garza, Dra. Luz H. Sanín, Dra. María Elena Montero
Cabrera y Dr. Manuel Reyes Cortés
- 8 ▶ Primer Foro
de Egresados y Empleadores de Ingeniería 2015
- 9 ▶ Tasa de variación de sedimentos en las principales
presas del río Conchos, Chihuahua, México
M.I. Guadalupe Estrada Gutiérrez, Dr. Humberto Silva Hidalgo, Dra. María de
Lourdes Villalba, Dr. Fernando Astorga Bustillos, M.I. Berenice Franco Estrada
- 12 ▶ Entrevista
Ing. Julio César Mercado
Rodríguez
- 14 ▶ La relatividad de Einstein
Parte I: Teoría especial
Dr. Héctor Hugo Hernández Hernández
- 16 ▶ Fomento de la ciencia básica
en la educación medio superior
Ing. Pamela Sisi Paredes Araiza, C. Erika García Barraza

FINGUACH
REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA



M.C. Jesús Enrique Seáñez Sáenz
Rector

M.I. Ricardo Ramón Torres Knight
Director

M.I. Javier González Cantú
Secretario Académico

Dr. Mario César Rodríguez Ramírez
**Secretario de Investigación y
Posgrado**

M.I. Adrián Isaac Orpinel Ureña
Secretario de Planeación

M.I. Leticia Méndez Mariscal
Secretaria Administrativa

M.I. Jesús Roberto López Santillán
**Secretario de Extensión y Difusión
Cultural**

M.I. José Santos García
Gerente de Laboratorios

DIREC-
TORIO

FINGUACH es la edición institucional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), en la que predominan las actividades de ciencia y tecnología con un sentido sustentable para impulsar el desarrollo económico y social, regional, nacional e internacional. El contenido de la publicación es principalmente desarrollado por investigadores de la UACH, así como de otras instituciones gubernamentales y privadas. El contenido de los artículos son responsabilidad de sus autores por lo que no necesariamente reflejan el punto de vista de esta institución.

Es una edición trimestral gratuita con distribución estatal y nacional en otras universidades, colegios de ingenieros, abogados, arquitectos, ciencias de la información, mineros, geólogos y topógrafos; cámaras empresariales, dependencias gubernamentales, centros de investigación y congresos tecnológicos.

Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua

Circuito Universitario s/n, Nuevo Campus Universitario,
C.P. 31100 Chihuahua, Chih., México
Tel. 01 (614) 442 9509
www.fing.uach.mx

Año 2 / Núm. 4 / Junio-Agosto 2015

Edición trimestral
Fecha de publicación:
15 de junio del 2015

CONSEJO EDITORIAL

M.I. Ricardo Ramón Torres Knight
Presidente

Dr. Alejandro Villalobos Aragón
Editor adjunto

Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos
Editor en jefe

Dra. Cecilia Olague Caballero
Editora adjunta

M.I. Guadalupe Irma Estrada
Gutiérrez
Editora adjunta

Dr. José Luis Herrera Aguilar
Editor adjunto



Ediciones



Av. San Felipe No. 5 Col. San Felipe
C.P. 31203 Chihuahua, Chih.
(614) 413.9779
www.roodcomunicacion.com

Ilustración de portada
Delia Alejandra Villalobos Gaytán

Foto de entrevista Ing. Julio Mercado
Francisco Muñoz Muñoz

En entrevista para *FINGUACH*, el Dr. Miguel Robles Pérez, destacado físico del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), platicó sobre su experiencia como investigador y la importancia de que las universidades provean de más y mejores herramientas a los estudiantes para la generación de conocimiento.



Dr. Miguel Robles Pérez



El Dr. Robles estudió Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Posteriormente, cursó la Maestría en Energía Solar: *“Desde mi tesis de licenciatura me sentía con la necesidad de ir hacia cuestiones aplicadas a la energía”*. Debido a esto, decidió escribir su tesis sobre cuestiones fotovoltaicas, enfoque elegido por el doctor dentro de las opciones curriculares de su maestría: *“Hice un trabajo sobre películas delgadas, pero orientadas hacia la relación de las propiedades del transporte eléctrico, la interacción con la electricidad y el magnetismo, la luz y las corrientes eléctricas que se usan en el proceso; buscaba modelar las propiedades electromagnéticas”*.

Continuó su formación académica en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) donde estudió el Doctorado en Física. Durante este proceso dejó a un lado los aspectos fotovoltaicos y se inclinó hacia la termodinámica en líquidos, en el área conocida como mecánica estadística.

El trabajo investigativo del doctor se encuentra inscrito en las ciencias básicas, por lo que respecto a la relación que éstas tienen con su homóloga aplicada, argumentó que la Física, desde principios del siglo XX, se ha manejado de una forma individualista, tipo de trabajo que debe ser abandonado si se quiere aspirar a continuar con la producción de conocimiento: *“Todos sabemos que el conocimiento que guarda la tecnología provino en gran parte de las ciencias básicas y que para seguir avanzando necesita más conocimiento, eso implica que los problemas técnicos son de tal tamaño que ya no los puede resolver una sola persona, es necesario que las diferentes ciencias comiencen a interrelacionarse”*.

Lo anterior se encuentra reflejado en las investigaciones que el Dr. Robles realiza sobre energía eólica, en las cuales hay variables interrelacionadas. De esta manera, aunque se dedica a la ciencia básica, estudia la energía eólica por medio de la mecánica estadística, pasando luego sus conclusiones por la ingeniería mecánica, aplicándose en mecanismos y sistemas que la transforman en electricidad.

Por otra parte, en relación a los modos en los que actualmente se trabaja la ciencia en el país el doctor recomendó el modelo llamado *“Libertad de investigación”*, mismo que se utiliza en la UNAM y consiste en la autonomía del investigador para decidir sobre qué tema investigará y cómo realizará su trabajo.

las universidades, en las cuales el enfoque se centra en la cátedra, y escasamente da importancia a que los estudiantes vivan un ambiente rico en experiencias creativas, científicas y/o técnicas”. En esos ambientes es poco probable que se expanda la visión de los estudiantes.

Otro punto clave recae en la promoción de las habilidades en los alumnos, quienes deben acumular la mayor cantidad de destrezas posibles para poder competir en un mundo tan duro como el actual: *“Mientras más herramientas tengan, mayores serán sus posibilidades de desarrollarse en un futuro”*.

Dr. Miguel Robles Pérez con el Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos



Para el Dr. Robles, la formación académica debe moverse hacia un enfoque plural, ya de que ello dependerá el continuo desarrollo y la consecuente prosperidad del país: *“Tenemos que ir mirando hacia los estudiantes, desde jóvenes tenemos que brindarles una formación que los integre a hacer trabajos en equipo y multidisciplinarios, debemos tener ingenieros que sepan comunicarse con otros, físicos que sepan comunicarse con los ingenieros”*.

Por esta razón, aconsejó a las instituciones educativas buscar la manera de generar mayor interés por la investigación: *“En el nivel universitario el desarrollo es consecuencia de estar en un ambiente creativo, estímulo de carente presencia en*

Lamentablemente las oportunidades para que los jóvenes se desenvuelvan dentro del medio de la investigación carecen de continuidad, lo cual no permite la estabilidad de nuevos ingenios.

Para concluir, el doctor habló sobre las condiciones del desarrollo tecnológico en México: *“Todas las sociedades modernas requieren tecnología para sobrevivir. Los países que tienen más tecnología tienen más desarrollo; México todavía se encuentra en un nivel donde debe comprarla. Si queremos sostener a un país, necesitamos tecnología, y no la hay sin ciencia, no hay tecnología sin generación de conocimiento”*.

La ingeniería civil aplicada en la mitigación del radón en casa habitación

El radón (Rn) es un gas de origen natural, incoloro e inodoro, que se forma a partir de la desintegración del uranio ^{238}U proveniente de las rocas y el suelo. El uranio ^{238}U es un elemento relativamente abundante en el planeta, al ser radioactivo se degrada a radio ^{226}Ra y éste a su vez en radón ^{222}Rn , el cual una vez formado continúa desintegrándose produciendo tres elementos: polonio, plomo y bismuto, conocidos como "hijos del radón"; esta división continúa hasta que se forma una progenie estable, no radioactiva.

Si el radón y sus "hijos" son inhalados, el tejido pulmonar será irradiado, con lo cual se puede dañar el ADN de las células. Esto en principio no es ningún problema, ya que el cuerpo humano constantemente se está regenerando, sin embargo, al aumentar la concentración de Rn y el tiempo de exposición a él, también aumenta el riesgo de padecer algún problema de salud. Al respecto, podemos hacer una analogía con las veces que atravesamos una carretera en horas de poco o mucho tráfico, conforme aumenta la cantidad de vehículos, aumenta el riesgo o posibilidad de ser atropellados al cruzar.

La principal entrada del Rn a nuestros hogares es a través del subsuelo (Figura 1), siendo afectada su concentración por variables como el tipo de suelo y su porosidad, la presión atmosférica, el viento y los hábitos de ventilación, por mencionar las más importantes.

Para evitar este tipo de acumulaciones de radón, las medidas de ingeniería civil a aplicar consisten en sellar el suelo de la edificación e instalar ductos desde el suelo hasta el nivel del techo para expulsar el gas; en otras palabras, realizar una adecuada ventilación.

Nuevamente, usando una analogía con la lluvia, impermeabilizamos el techo de nuestras casas colocando ductos para que el líquido no penetre ni se acumule. Usando exactamente el mismo principio, sellamos el suelo y le dejamos salida al Rn para evitar su acumulación en el subsuelo de nuestras viviendas.

Las medidas de ingeniería civil para lograr esta mitigación se pueden clasificar según las necesidades de calidad del aire interior en función de la concentración encontrada del Rn de la siguiente manera:

- Extracción natural.
- Presurización (implica gasto de extractores).
- Barreras de entrada radón.

Materiales y métodos

Los métodos para reparar edificios y casas habitación consisten principalmente en el sello de grietas en suelo, paredes y colocación de sistemas de extracción, por lo que las soluciones para saneamiento se diversifican según el tipo de construcción, así como de su emanación identificada y medida de Rn.

En construcciones nuevas, los sistemas para reducir el radón son efectivos y de bajo costo, ya que se pueden utilizar materiales simples y económicos para evitar que el Rn entre a las edificaciones (Tabla 1).



Figura 1.- Principales entradas de radón.

Descripción problema en casa habitación	Método	Materiales
Lluvia	Sellar el techo, impermeabilizar y usar canaletas salidas para la expulsión del agua.	Impermeabilizante, selladores, canaletas y descargas con tubería PVC, entre otras.
Radón	Sellar el suelo, impermeabilizar y usar canaletas como salidas de radón.	Impermeabilizantes, selladores, canaletas, descargas con tubería PVC: ventilación.

Tabla 1. Analogía de métodos para mantenimiento en casa habitación.

La principal entrada del gas radón a la casa habitación es a través del subsuelo, por lo que se recomienda implementar materiales resistentes al gas para evitar su entrada y posible acumulación bajo la superficie utilizando para ello técnicas conocidas como sistemas de barreras.

Otra medida de extracción natural es mediante el uso de salidas o "*respiraciones*" en las construcciones, esto es mediante la implementación de un tubo de PVC conectado a una arqueta en el nivel más bajo de la edificación con salida directa al techo, para forzar con ello un "*tiro natural*", que en conjunto con una ventilación adecuada, será suficiente para lograr una buena calidad del aire interior en la mayoría de los viviendas.



Figura 2.- Implementación de sellado y tubería de ventilación en nueva vivienda.

En esta construcción que se muestra en la Figura 2 (situada en la colonia Granjas en la ciudad de Chihuahua) se utilizó un plástico grueso, realizando un sello en las orillas y uniones, se seleccionó una ventilación de "*tiro natural*" conectada a una arqueta, la cual es una perforación de 20 x 20 x 40cm de profundidad en la cual se conecta de manera sellada un tubo de PVC de 3-4 pulgadas para permitir la salida del Rn y evitar su acumulación, siendo una de las primeras edificaciones diseñada para mitigar en la entidad.

En las construcciones actuales, la ventilación juega un papel importante para evitar la concentración del Rn, ya que de esta manera impediremos su acumulación y tendremos una mejor calidad de aire.

Muchas de las calefacciones tienen como accesorios filtros para radón, asimismo se recomienda revisar que tengan una adecuada inyección de aire fresco.

Conclusiones

La implementación de materiales y medidas de mitigación de Rn en el diseño y construcción de nuevas edificaciones tiene un bajo costo y un alto impacto social.

Se tienen numerosas herramientas disponibles en ingeniería civil para lograr una adecuada ventilación y calidad de aire interior en la casa habitación.

Primer Foro

de Egresados y Empleadores

de Ingeniería 2015



El pasado 27 de abril se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) el Primer Foro de Egresados y Empleadores, el evento contó con la participación de 55 egresados de las diferentes carreras.

La dinámica del foro consistió en un desayuno, durante el cual los egresados convivieron y compartieron experiencias de su vida profesional y laboral con los asistentes.

Una vez concluido el almuerzo el Ing. Francisco Espino de la O, Presidente del Patronato de la UACH participó con una conferencia magistral.

Posteriormente, se llevaron a cabo las mesas de trabajo, donde se trataron temas de importancia para la Facultad como prácticas profesionales, primeros empleos y los requerimientos del ambiente laboral. La finalidad de este ejercicio, la cual se logró exitosamente, fue la formación de asociaciones de egresados, una para cada carrera. Las confederaciones quedaron a su vez compuestas por un presidente, un secretario y un vocal.

Otra de las actividades programadas dentro del foro fue el panel de egresados exitosos, en la que alumnos presentaron dudas e inquietudes a los panelistas como intercambio de ideas y experiencias.



➤ M.I. Guadalupe Estrada Gutiérrez, Dr. Humberto Silva Hidalgo, Dra. María de Lourdes Villalba, Dr. Fernando Astorga Bustillos, M.I. Berenice Franco Estrada
Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua / Finguach, Año 2 / Núm 4 / junio-agosto 2015

Introducción

El potencial hidrológico de la cuenca del río Conchos está integrado por las aguas superficiales y subterráneas mismas que son utilizadas para satisfacer las demandas de los diferentes usuarios. La presión hidrológica sobre el río Conchos va en aumento, esto debido a que el riego agrícola representa un 90% del uso del agua de la cuenca y al crecimiento demográfico y la industrialización.

El régimen de precipitación es principalmente de verano con precipitaciones medias anuales que varían entre 685 y 276 mm y una media de aproximadamente 413 mm. La región con mayores precipitaciones se ubica al poniente, coincidiendo con las zonas altas de la Sierra Madre Occidental, donde se registran lluvias anuales con valores estimados de 1,000 a 1,200 mm, sin embargo más del 80% de la superficie tiene valores menores a 500 mm; una porción importante con precipitación media anual de 275 a 350 mm que corresponden a la parte baja de la cuenca.

Tasa de variación de sedimentos en las principales presas del río Conchos, Chihuahua, México

A lo largo de la cuenca del río Conchos, los escurrimientos superficiales en la cuenca son represados principalmente por las presas La Boquilla, Francisco I. Madero y Luis L. León, las cuales, de una u otra forma se han visto afectadas por la sedimentación y por consiguiente ha provocado la disminución de su capacidad útil.

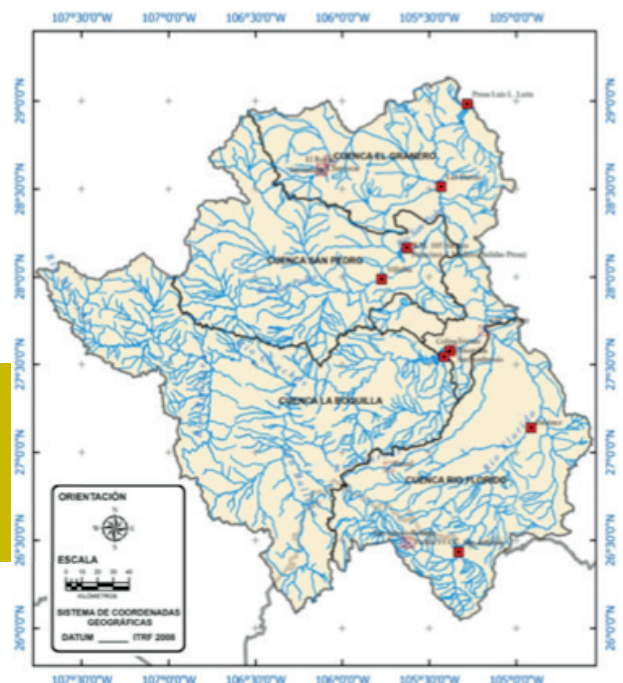
Descripción del área de estudio

De los sistemas exorreicos más importantes de la Región Hidrológica 24, la cual se encuentra enclavada parcialmente en el estado de Chihuahua, está representada por el río Conchos, con una superficie de drenaje hasta la presa Luis L. León de aproximadamente 64 000 km² y representa alrededor del 14% del área total de la cuenca del río Bravo y el 30% de la superficie del estado de Chihuahua (INEGI, 2003). Abastece a tres distritos de riego, siendo el más grande el Distrito de Riego 005, en Delicias, que cubre 90, 589 hectáreas y agrupa a 12, 503 usuarios.

Nace en la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental, en la región conocida como Sierra Tarahumara (Figura 1), cruza las amplias llanuras del desierto chihuahuense y finalmente se incorpora al río Bravo en la zona fronteriza de Ojinaga. Su recorrido tiene una longitud de 749 km, y fluye principalmente en dirección este-noreste. La Sierra, hacia el occidente, muestra pendientes pronunciadas, mientras que hacia el oriente tiene un descenso gradual hasta las regiones de la meseta central.

Debido a la irregularidad de la precipitación anual que se presenta en la cuenca, el embalse presenta un comportamiento típico de zonas áridas del país, con periodos importantes de bajo almacenamiento. El cambio en la vegetación está teniendo repercusiones negativas sobre la hidrología de la cuenca del río Conchos ya que, según Keese *et al.* (2005), áreas cubiertas con pastos tienen mayor valor de recarga de agua subterránea que las áreas cubiertas por plantas leñosas.

Figura 1. Cuenca hidrológica del río Conchos hasta la presa Luis L. León.



En los últimos años se han dado importantes cambios en la vegetación de las cuencas en estudio. De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2001) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2000), el río Conchos presenta un cambio temporal importante en la cubierta vegetal provocado tanto por fenómenos naturales como la sequía así como por efectos antropogénicos (agricultura, tala clandestina, asentamientos humanos); la Tabla 1 muestra los cambios que se presentaron durante el periodo 1976-2000.

Estos cambios incluyen, entre otros, la erosión, el aumento de la cobertura de las zonas con matorrales a expensas de zonas con pastizales y la creciente presencia de especies invasoras y exóticas. Se estima que en el último siglo, 85% de los pastizales del desierto chihuahuense han sido invadidos por arbustos (Abellet al, 2002; Escobar, 2008). Dichos cambios impactan en la erosión de suelo y por consiguiente en la cantidad de sedimentos hacia los embalses.

Descripción del fenómeno

Al construir una presa en una sección transversal de un río, se genera una disminución de la velocidad del agua provocando que los sedimentos que lleva el río tanto en suspensión como arrastrados (caudal sólido) sean depositados en el embalse de acuerdo al siguiente mecanismo: el material grueso será el primero en depositarse, el sedimento fino continúa en suspensión y es arrastrado hacia la parte más profunda del embalse donde finalmente y de acuerdo a las características fisicoquímicas del sedimento y gradientes térmicos del agua, se precipita y deposita (García, 1993a).

USO DE SUELO Cuenca río Conchos hasta presa Luis L. León	Condición 1976 Área Total		Condición 2000 Área Total	
	Km ²	%	Km ²	%
Bosques	10198.206	49.35	4172.786	20.19
Matorral	385.478	1.87	303.419	1.47
Bosques Secundarios	1159.157	5.61	6450.044	31.21
Matorral Secundario	1089.103	5.27	963.899	4.66
Pastizales Naturales	6307.686	30.52	4980.632	24.10
Pastizales Inducidos y/o Cultivados	626.415	3.03	2092.703	10.13
Cultivos	867.942	4.20	1529.763	7.40
Otras Coberturas y usos	31.366	0.15	173.231	0.17

Tabla 1. Cambio en la cubierta vegetal en la cuenca del río Conchos durante el periodo 1976-2000.

Métodos de cálculo del aporte de sedimentos

Dependiendo de la información disponible, se pueden emplear diferentes métodos para determinar la cantidad de sedimentos que entran al embalse, tales como: aforo del transporte de sedimentos en la corriente de entrada (caudal sólido), medición directa de sedimentos depositados en el embalse (batimetría) y empleo de modelos de predicción. Para tal fin, se contó con las diferentes batimetrías de las presas en estudio, proporcionadas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Gerencia Chihuahua.

Presa Boquilla

Actualmente cuenta con 98 años de operación y su uso principal es riego, según la batimetría más reciente su capacidad útil es de 2, 771.58 mm³. Tiene una superficie de drenaje aproximada de 21,000 km² siendo la presa más grande del estado de Chihuahua. La pendiente media de la cuenca La Boquilla, desde su origen hasta la presa, es de aproximadamente 13%, lo que clasifica a la cuenca como de respuesta rápida al escurrimiento, con una importante capacidad erosiva. De acuerdo a Saavedra (2001), la cuenca se clasifica como de pendiente "accidentada media" a "accidentada", con pendientes que varían de 16.63% hasta un 4.47%.

Presa Francisco I. Madero

A partir de 1949 año en que inicio operación, su capacidad de almacenamiento se ha visto fuertemente afectada por la sedimentación, motivo por el cual, en el año 2007 fue necesario incrementar la altura de entrada del agua a la obra de toma, de una elevación de 1,210.75 msnm a 1,216.10 msnm. Con el fin de recuperar la capacidad útil del embalse, se incrementó en 1.80 m la altura de cresta de los vertedores de demasías. Según la batimetría de 2004, la presa cuenta con una capacidad útil de 347.935 mm³ y una superficie de drenaje aproximada de 10,200 km². La fisiográfica en términos generales, la conforman estructuras orográficas en las que sobresalen: hacia la parte alta sierras, en la parte media lomeríos y en la parte baja llanuras (INEGI, 2001). Estas estructuras, aunado al tipo de rocas resistentes y de suelos permeables, así como las condiciones climáticas y una red de drenaje de 0.8 km/km², clasifican a la cuenca como moderadamente drenada. La pendiente en la cuenca río San Pedro-presa Francisco I. Madero igual a 11.37% se puede considerar como una subcuenca con terreno "accidentado medio" o "accidentado", debido al importante rango de altitud que presenta, lo que influye en escurrimientos importantes a moderados, esto aunado a la escasa vegetación que puede provocar el incremento en el arrastre de sedimentos hacia el vaso de la presa.

Presa Luis L. León

Construida de 1965 a 1968 (CONAGUA, 2009), con el propósito principal de control de avenidas y riego además de otros usos secundarios. Cuenta con una superficie de drenaje aproximada a los 23, 529 km², está clasificada como cuenca intermedia ya que los escurrimientos del río Conchos son represados aguas arriba por los embalses de presas grandes (La Boquilla y Francisco I. Madero) y por presas de menor magnitud (Chihuahua, Rejón, Pico de Águila, Parral, además de otras mas pequeñas). Es drenada por corrientes de tipo intermitente y perenne, tiene una ocurrencia de precipitación media anual de 337.88 mm con régimen de verano y una pendiente media aproximada de 6% lo que clasifica a la cuenca como de respuesta lenta al escurrimiento, con capacidad de infiltración y baja producción de sedimentos.

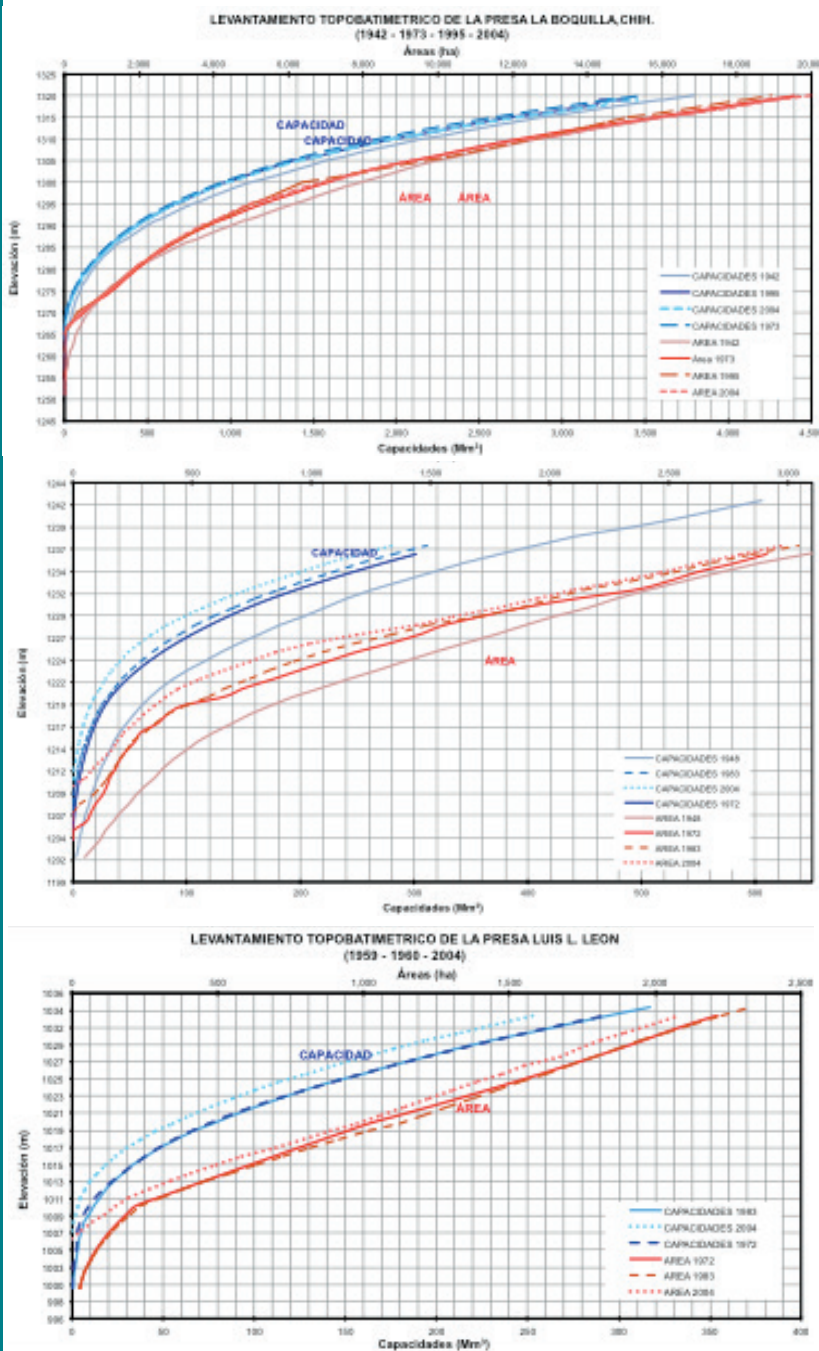


Figura 2. Levantamientos topobatimétricos de los vasos de las presas en estudio. Fuente: CONAGUA, Gerencia Chihuahua.

- Francisco I. Madero: 145.055 mm³ correspondiendo al 29.61% de su capacidad y una pérdida promedio de 253.98 m³/km²-año, en el periodo 1948-2004.
- Luis L. León: a partir del análisis efectuado desde el inicio de operaciones (1968) y la última batimetría, el volumen azolvado durante este periodo fue de 40.189 mm³, equivalente al 12.08% de su capacidad lo que representa una pérdida promedio de 47.445 m³/km²-año.

Los resultados obtenidos, aun cuando la precipitación media anual en las diferentes cuencas varía entre 327.07 mm y 479.83 mm, muestran claramente la situación respecto a la ubicación de cada una de las cuencas de los embalses y su producción de sedimentos. Los valores de la tasa de pérdida de suelo estimados para las presas La Boquilla y Francisco I. Madero son consistentes con los reportados en la literatura técnica y científica para cuencas de ese tamaño, como se puede observar en la Tabla 2 (García, 1993b). Respecto a la presas Luis L. León al ser cuenca intermedia que cuenta aguas arriba con uno o mas embalses que frenan los sedimentos hacia estos, muestra una tasa sensiblemente inferior con respecto a las cuencas de cabecera de los otros dos embalses.

Tamaños de cuencas (Km ²)	Tamaños de cuencas (Km ²)
< 25.9	< 25.9
25.9 a 259.0	25.9 a 259.0
259.0 a 2590.0	259.0 a 2590.0
> 2590.0	> 2590.0

Tabla 2. Aporte de sedimentos según área de la cuenca

REFERENCIAS

- Abell, R.A., Olson, D., Dinerstein, E., Hurley, P.T., et al. *Freshwater Ecoregions of North America: A Conservation Assessment*, World Wildlife Fund, Island Press. 12 No. 2, 2002.
- Scanlon, B.R., Kelley E. Keese, K.E., Flint, A.L., Flint, L.E., Cheikh B. Gaye, C.B., W. Michael Edmunds, W.M., and Ian Simmers, I. *Global synthesis of groundwater recharge in semi-arid and arid regions*. Hydrological Process. 20. 2006, 3335–3370 pp. Published online in WileyInterScience. [Rev. 18 de febrero de 2015]. Disponible en: <http://www.beg.utexas.edu/staffinfo/pdf/Scanlon%20HP%2006%20Recharge.pdf>
- CONAGUA, *Memoria descriptiva de la presa Luis L. León*. Grandes Presas de México, Vol. III. Modificación 2009.
- Escobar, E., Maass, M. et al. *Diversidad de procesos funcionales en los ecosistemas. Capital natural de México, Conocimiento actual de la biodiversidad*. Vol. I. CONABIO, México. 2008.
- García, S. J. *Sedimentación en embalses*. Capítulo 18 del Manual de Ingeniería de Ríos. Comisión Nacional del Agua, 1993a.
- García, S. J. *Pérdida de suelo en cuencas*. Capítulo 17 Manual de Ingeniería de Ríos. Comisión Nacional del Agua, 1993b.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). *Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos*. Continuo Nacional. Escala 1:1'000.000. Serie I. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Dirección General de Geografía, Aguascalientes, Ags. México. 2001.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). *Síntesis de información Geográfica del estado de Chihuahua*. Aguascalientes: INEGI, 2003.
- Keese, K. E., Scanlon, B.R. Y Reedy, R.C. *Assessing Controls on Diffuse Groundwater Recharge Using Unsaturated Flow Modeling*. Water Resources Research 41, 2005.
- Saavedra, J., *Planificación ambiental de los recursos forestales en la región de la Araucanía, Chile. Definición de las unidades homogéneas de gestión*. Tesis Doctoral. Madrid:UPM, 2001.
- SEMARNAT, *Shape de Uso de Suelo y Cubierta Vegetal*, escala 1:250,000, 2000.

Conclusiones

Al no disponer de estudios del comportamiento de los sedimentos en los embalse ni de la medición de erosión en la cuenca, la producción de sedimentos se realizó mediante el análisis del comportamiento topobatimétrico mas reciente en los vasos (Figura 2), así como con el análisis del levantamiento topográfico de los vasos previo a la construcción de las presas. La pérdida de capacidad de almacenamiento medida con respecto al Nivel de Aguas Máximo Ordinario (NAMO) fue:

- Presa Boquilla: 317.445 mm³ equivalente al 9.88% de su capacidad útil, con una pérdida promedio de 260.345 m³/km²-año, periodo de análisis 1942-2004.

En entrevista para *FINGUACH*, el ingeniero Julio César Mercado Rodríguez, propietario de la empresa Merp Edificaciones y Terracerías S.A. de C.V., platicó acerca de su experiencia como exalumno de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), así como de los retos a los que ha tenido que enfrentarse como profesionista.



Una de las actividades estudiantiles que más recuerda es cuando se postuló como candidato a presidente de la sociedad de alumnos y perdió, de la cual comentó: *"Siento que esa fue una gran lección de vida porque me hizo reflexionar y darme cuenta de que tenía que esforzarse más para obtener las cosas"*. Así mismo, el ingeniero recordó con cariño a sus docentes: *"Hice buenas amistades con muchos de ellos, me tocó ser alumno de grandes maestros"*.

De la misma manera, adjudicó sus logros a la formación recibida por parte de sus maestros en la universidad: *"Pienso que la Facultad está creando buenos alumnos y excelentes profesionistas, es un orgullo decir que eres egresado de ahí porque es una institución que cuenta con un alto reconocimiento"*.

Una vez egresado de la Facultad, el ingeniero obtuvo una serie de trabajos que complementaron su formación como profesionista, entre los que destaca: el Instituto de la Vivienda del Estado de Chihuahua; la Secretaría de Obras Públicas, donde fungió como residente encargado de obra; el Instituto de Planeación y Construcción de Escuelas Estatal; y posteriormente trabajó en Municipio, como Subdirector de Administración Urbana y Subdirector de Planeación Urbana.

Tiempo después, en 2004, el Ing. Mercado constituyó su propia empresa: Merp Edificaciones y Terracerías. Merp inició operaciones en Ciudad Juárez, sin embargo, con la creciente inseguridad vivida en este lugar durante el 2008, decidieron regresar a la capital, donde colaboraron con el Municipio de Chihuahua y Gobierno del Estado, en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en el recarpeteo y recuperación de calles, carreteras y caminos.

ING. JULIO CÉSAR MERCADO RODRÍGUEZ



Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos

En 2011 la compañía desarrolló uno de los trabajos más importantes y difíciles desde su creación: *“Comenzamos con el tramo carretero de Batopilas, el cual fue un reto para nosotros como ingenieros y como empresa, ya que es uno de los tramos más complicados en todo el país. Fue una satisfacción haber terminado la obra en tiempo y forma”.*

“En el último tramo de Batopilas que ejecutamos el año pasado los trabajos que hicimos fueron con bisturí para los cortes, contratamos a personal especializado, debido a que los taludes eran totalmente verticales y tuvimos que ir haciendo los cortes en gajos para que fueran cayendo y no se derrumbaran los cerros ya que eran cortes con una altura mayor a 100 metros. La verdad es que fue un trabajo excepcional y la gente de la SCT quedó satisfecha.”

Actualmente Merp continúa con la construcción de tramos carreteros en zonas rurales, trabajando ahora en Urique, de Bahuichivo a Cerocahui, el cuál recién terminaron, y otro más iniciando del pueblo de Urique al Cerro del Gallego.

Merp cuenta con la maquinaria necesaria para este tipo de terrenos, ya que ha invertido en una planilla de alrededor de 300 equipos diversos, siendo una de las 50 constructoras más grandes de México en el área de las vías terrestres. Sin embargo, por las características de la sierra chihuahuense es necesario, además de tractores y excavadoras, utilizar explosivos: *“Son riesgos que implica nuestra labor, pese a ser utilizados y transportados conforme a la ley, pero muchas veces así es la vida y hay que correrlos”.*

Tiempo después, el ingeniero regresó a su Facultad, como uno de los profesionistas que ayudaron a edificar el campus II de la UACH: *“Nos tocó construir estacionamientos, vialidades, calles, muros de contención y canales pluviales. Es una gran satisfacción volver después de 10 años y trabajar en donde estudiaste”.*



Ing. Julio César Mercado Rodríguez



Entre las recomendaciones hechas a los estudiantes, el ingeniero destacó: *“Deben salir adelante y definir qué es lo que quieren hacer. Muchas veces la vida te lleva por caminos que tú no te esperas, te preguntas ¿por qué caí aquí? Bueno, caíste por la necesidad de trabajo, pero no debes perder de vista tus objetivos, estos siempre deben estar fijos, a veces se mueven o varían un poco, pero si los tienes bien fincados se podrán lograr”.*

Mientras que a los recién egresados recomendó: *“Deben apegarse a las constructoras locales, que es donde la mayoría de las veces empiezan a trabajar, incluso en ocasiones nosotros mandamos solicitudes —y sé que otras empresas también lo hacen— a la bolsa de trabajo de la Facultad de Ingeniería”.*

La mayoría de los empleados de Merp son gente joven, debido a que los considera gente propositiva, con energía y ganas de salir adelante, para esto cuenta como asesor con el ingeniero Leonardo Zapata *“que tiene 80 años y es una eminencia en vías terrestres, con más de 55 años de experiencia en el ramo, él es quien guía a los jóvenes”.*

Exhortó además a todos los profesionistas a seguir actualizándose y preparándose académicamente, así como aprovechar las facilidades que en esta área otorga la Facultad de Ingeniería.

Para finalizar, el Ing. Mercado señaló: *“Pienso que a la hora de tomar decisiones uno debe ser fiel a sus creencias y convicciones, cuando uno está comprometido con algo debe hacerlo bien. Es por eso que creo que la Facultad es un semillero de gente capaz”.*



Con motivo de la conmemoración de los 100 años de la formulación de la Teoría de la Relatividad General por Albert Einstein, presentamos una breve reseña de la evolución de las ideas que culminaron con la formulación de la Teoría especial en 1905, y en una entrega posterior haremos un recuento similar de la formulación general.

Las leyes de la mecánica clásica y la gravitación fueron formuladas por Isaac Newton y publicadas en diversos volúmenes de su obra *Principia*, en 1687. En esta teoría el movimiento de los cuerpos se sujeta a sistemas de referencia inercial en el cual, en ausencia de fuerzas externas, se siguen trayectorias en línea recta a velocidad constante.

En todos los sistemas inerciales el tiempo es único y absoluto, es decir, existe un reloj universal que se puede aplicar a cualquier fenómeno que se quiera estudiar. Esta perspectiva habría de cambiar en el siglo XIX con el desarrollo de la Teoría electromagnética.

El sonido es una perturbación de presión que se propaga a través de ondas y la luz es —así mismo— una onda que se propaga a la velocidad de la luz. Desde hace mucho tiempo se sabía que el sonido requiere un medio para propagarse, por lo tanto se postuló que debía existir un medio también para la propagación de la luz: el éter, al cual se le adjudicaron ciertas propiedades. Para finales del siglo existían éteres para la luz, el calor, la electricidad y el magnetismo.

Al ser un medio “material”, el éter debería oponer resistencia al movimiento, sin embargo, diversos científicos, entre ellos Maxwell, intentaron determinar esta “resistencia” en distintos experimentos pero todos fallaron. Siguiendo las ideas de Maxwell, Michelson inició sus experimentos y en 1881 determinó que no podía existir el éter; sin embargo, Lorentz, que era respetado en la comunidad, dudaba de la precisión de los experimentos y sus hallazgos, por lo que Michelson, junto con Morley, desarrollaron un número aún mayor de éstos y reportaron en 1887 —de nuevo— la inconsistencia de la hipótesis del éter: la velocidad de la luz era independiente de la velocidad del observador.

En 1889, el físico inglés George FitzGerald publicó un artículo no técnico en la revista *Science* en el cual explicaba que los experimentos de Michelson y Morley sólo podían explicarse si “la longitud de los cuerpos materiales que se mueven en el éter en distintas direcciones cambia, dependiendo de la raíz del cociente de su velocidad a la de la luz”. Lorentz no sabía de este trabajo y en 1892 propuso una hipótesis idéntica de contracción de los cuerpos, esta vez tomando en serio los resultados de Michelson-Morley. Estas relaciones serían conocidas como las transformaciones de Lorentz.

La relatividad de Einstein

Parte I de II: Teoría especial

El artículo más importante relacionado con la relatividad especial escrito antes de 1900 fue un trabajo de Poincaré, “*La mesure du temps*”, en 1898. En este trabajo escribió: “*No tenemos idea directa sobre la igualdad de dos intervalos de tiempo. La simultaneidad de dos eventos o el orden de su sucesión debe definirse de tal forma que el establecimiento de las leyes naturales sea tan simple como sea posible*”.

En 1904, durante una presentación en un congreso internacional dictó: “*Observadores en distintos marcos de referencia tendrán relojes que marcan lo que se puede llamar el tiempo local... como se requiere en el principio de relatividad el observador no puede saber si está en reposo o en estado de movimiento absoluto*”.

Finalmente la relatividad fue dada a conocer el 30 de junio de 1905 (el 2005 fue el año internacional de la física a nivel mundial, celebrando justamente este hecho trascendental en la historia de la humanidad). Poincaré escribió: “*Parecer que esta imposibilidad de determinar un movimiento absoluto es una regla general de la naturaleza*”; él también nombró a las transformaciones de Lorentz y demostró que estas, junto con las rotaciones, forman una estructura matemática llamada grupo (esto es de particular importancia en la determinación de la estructura de la materia y en la física de partículas).

El trabajo de Einstein es excepcional por los distintos enfoques que utiliza. No se presenta intentando explicar resultados experimentales sino por puro razonamiento lógico y físico, hecho que pocos en la historia han podido emular. La teoría completa se basa en dos postulados:

1. Las leyes de la física son las mismas en todos los sistemas de referencia inerciales (universalidad).
2. En todo sistema inercial la velocidad de la luz (c) es la misma, sea ésta emitida por una fuente en reposo o en movimiento constante.

A partir de estos, Einstein deduce las transformaciones de Lorentz. También menciona la paradoja de los relojes: si dos relojes sincronizados R_1 y R_2 se encuentran en el punto A y R_2 se empieza a mover en una curva cerrada que regresa a A entonces R_2 irá más lento que R_1 .

En septiembre de 1905, Einstein publicó otro pequeño pero importantísimo trabajo en donde introduce la famosa fórmula $E=mc^2$.

El primer trabajo en relatividad especial no hecho por Einstein fue escrito en 1908 por el físico alemán Max Planck. A partir de este estudio —por la figura destacada de Planck— existió un interés generalizado en el tema en la comunidad científica, y su consecuente aceptación: en 1905 Einstein era un simple técnico de tercera clase en la oficina de patentes de Berna, Suiza.

También en 1908, Hermann Minkowski publicó un artículo en relatividad, formulando las transformaciones de Lorentz de manera tensorial, demostrando también que la gravitación de Newton era inconsistente con la relatividad.



Los principales exponentes en la formulación de la Teoría especial de la relatividad fueron, indudablemente, Lorentz, Poincaré y, por supuesto, el fundador de la misma: Albert Einstein. Sin embargo, aún entre grandes científicos se dan situaciones que no se alcanzan a comprender del todo. Einstein, a pesar de pasar años ideando la manera de formular la teoría, fue hasta que determinó los dos postulados básicos de la misma, que lo demás fue evidente y naturalmente claro para él. Por otra parte, Einstein siempre fue renuente en aceptar que el trabajo de científicos anteriores a él —basados en los experimentos de Michelson y Morley— tuviera peso en sus propias deducciones y teorías.

La reacción de Poincaré al trabajo de 1905 de Einstein fue extraña, por decir lo menos. En una conferencia que Poincaré dio en la Universidad de Goettingen, Alemania en 1909 en relatividad evitó mencionar a Einstein. En esta conferencia introdujo la teoría con 3 postulados, siendo el tercero la contracción de FitzGerald-Lorentz de la que hablamos anteriormente. Resulta imposible de creer que alguien tan brillante e importante como Poincaré no hubiera entendido las deducciones y supuestos del trabajo de Einstein. De hecho, Poincaré nunca escribió un artículo en el que lo mencionara. El propio Einstein se comportó de manera similar al mencionar en una sola ocasión a Poincaré en sus trabajos sobre relatividad especial. A pesar de esta "rivalidad" profesional —al más puro estilo de aquella entre Newton y Leibniz en el desarrollo del cálculo— Lorentz si fue ampliamente citado en los trabajos sobre relatividad tanto de Einstein como de Poincaré.

Lorentz, a pesar de haber desarrollado él mismo la teoría en base a hechos experimentales, no dejó de tener ciertas reservas sobre el alcance de la misma y los escenarios en donde pudiera ser aplicada. Después de discernir sobre el hecho de que el concepto del éter es irrelevante en la relati-

vidad comentó: "Finalmente debe hacerse notar que el postulado atrevido sobre el hecho de que no se puede alcanzar velocidades mayores a la de la luz conlleva una restricción hipotética de lo que es accesible para nosotros, al menos experimentalmente, restricción que no debe ser aceptada sin ciertas reservas". ¿Será posible que, una vez que la tecnología lo permita, podrían diseñarse experimentos o encontrar fenómenos que ocurran naturalmente, en los que se determine que se puede sobrepasar la velocidad de la luz? ¿Es esto un hecho de la naturaleza ineludible, o sólo refleja nuestra incapacidad y limitaciones intelectuales y tecnológicas ante ciertos hechos que parecen evidentes?

A pesar de la cautela de Lorentz, la relatividad especial fue rápidamente aceptada. En 1921 Einstein y Lorentz fueron propuestos de manera conjunta al premio Nobel por su trabajo en la relatividad especial. La recomendación provino del físico alemán Wilhelm Wien, ganador del Nobel en 1911 por su trabajo en la radiación del cuerpo negro, misma que dice: "mientras que Lorentz debe ser considerado como el primero en haber encontrado la parte matemática del principio de relatividad, el éxito de Einstein estriba en haberlo reducido a un principio sencillo. Deberían evaluarse los méritos de ambos científicos a un nivel comparable".

Einstein nunca recibió un premio nobel por la formulación de la relatividad especial. El jurado tuvo muchas reservas al principio y prefirió esperar a una comprobación experimental. Para cuando dicha comprobación se dio, Einstein ya se encontraba en el desarrollo de otro trabajo igual de trascendente.

"Su solución en infraestructura de agua"

Deval

Flores Magón No. 5021
Chihuahua, Chih.

Tel. (614) 411.27.65
Fax(614) 418.32.85

info@grupodeval.com

Fomento de la ciencia básica en la educación media superior

► Ing. Pamela Sisi Paredes Araiza, C. Erika García Barraza

Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua / Finguach, Año 2 / Núm 4 / junio-agosto 2015



La Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), a través de la Facultad de Ingeniería, realizó el "Primer Concurso de Física y Matemáticas" dirigido a todos los alumnos de instituciones de educación media superior con el objetivo de promover entre los jóvenes el gusto hacia la física y las matemáticas, utilizando como herramientas el razonamiento y la imaginación. Este evento tuvo lugar en las instalaciones de la Facultad los días sábado 25 y domingo 26 de abril del año en curso.

Fueron doce semanas de planeación entre alumnos, docentes, administrativos de la Facultad de Ingeniería y el Clúster Metalmeccánico de Chihuahua (CMM), el cual apoyó considerablemente la idea que se planteó esta Facultad para transmitir la necesidad de la ciencia básica en la labor de un ingeniero.

La difusión consistió en cinco semanas donde se repartieron 500 pósters en escuelas, bibliotecas y lugares de tránsito masivo. También se asistió a juntas donde se invitó a cada uno de los subsistemas a participar. De igual manera se realizaron visitas a cerca de 20 escuelas de nivel medio superior entre públicas y privadas de todo el estado, impartiendo aproximadamente 80 pláticas donde se llegó a más de 4, 300 estudiantes. En estas pláticas se mostraron diversos experimentos e investigaciones realizadas por alumnos y docentes de las licenciaturas en Ingeniería Física e Ingeniería Matemática, así como una introducción a las bases de la convocatoria del concurso.

Respecto a la convocatoria e inscripción, éstas estuvieron disponibles en internet tanto en la página oficial de la Facultad de Ingeniería como en diversas redes sociales. La inscripción al concurso fue totalmente gratuita así como también los entrenamientos que se ofrecieron por parte de docentes y alumnos de las licenciaturas de Ingeniería Física e Ingeniería Matemática durante tres fines de semana previos al concurso, donde se atendieron a más de 200 alumnos cada día, 1,200 asesorías en total.

Hasta el viernes 17 de abril de 2015, el comité organizador del concurso, entregó 946 folios de participación para las distintas categorías disponibles tanto en la modalidad individual (resolviendo problemas aplicados) como en la modalidad por equipo (4 personas resolviendo problemas prácticos). Por el área de física, se contó con las categorías de:

- Leyes de Newton y cinemática
- Termodinámica y mecánica de fluidos
- Electricidad y electromagnetismo

Por el área de matemáticas:

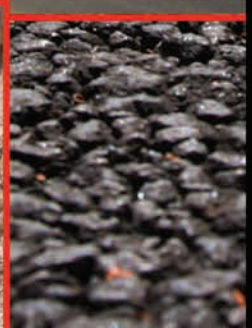
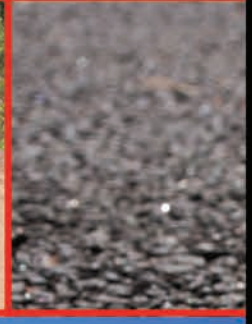
- Álgebra y geometría
- Funciones y geometría analítica
- Cálculo diferencial e integral

El miércoles 6 de mayo se premiaron a los primeros lugares con una gorra de la Facultad y 12 laptops patrocinadas por el Clúster Metalmeccánico de Chihuahua, a los segundos, con 30 cargadores portátiles junto con una taza conmemorativa y a los terceros lugares con una memoria USB de la UACH y una taza conmemorativa también. Cada uno de los premios incluyó su respectivo reconocimiento a su desempeño al igual que una visita a las diversas industrias que conforman el Clúster Metalmeccánico de Chihuahua.





CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO BAHUTCHIVO - CEROCAHUI - MESA DE ARTURO -
URIQUE - GUAPALAYNA.



MODERNIZACIÓN MEDIANTE LA AMPLIACIÓN DE LA CARRETERA DURANGO -
PARRAL, TRAMO SAN JUAN DEL RÍO - MATAMOROS.



MODERNIZACIÓN DEL CAMINO SAMACHIQUE-BATOPILAS.

INFRAESTRUCTURA CARRETERA

- Terracerías
- Obras de drenaje menor y mayor
- Pavimentos
- Viaductos
- Paso inferior y superior vehicular

INFRAESTRUCTURA URBANA

- Urbanizaciones
- Plataformas
- Agua potable y alcantarillado



LOS MEJORES PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN



442-7577

www.gcc.com

