



FINGUACH

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



¿Hidrocarburos en Chihuahua?

Entrevista
Dra. Rosa Imelda Olague Caballero
Enlace Académico de la Universidad Estatal de Nuevo
México y de la Universidad Autónoma de Chihuahua



MAR-MAY 2016
Año 3 Núm. 7



TODO PARA EL MANEJO DEL AGUA DE SU OBRA



TUBERÍA <
VÁLVULAS <
CONEXIONES de <
FOFO <
ALCANTARILLADO <
e HIDRÁULICO <

"Su solución en infraestructura de agua"

Flores Magón No. 5021
Chihuahua, Chih.

Tel. (614) 411.27.65
Fax(614) 418.32.85

info@grupodeval.com



REFACCIONARIA
OCTAVIO VÁZQUEZ
S.A. DE C.V.

Refacciones para Autos, Camiones y Tractores



Conmutador (614) con 10 líneas **432.19.10**
418.60.01, 418.67.82, 411.33.77 y 411.33.78

Av. Zarco No. 4404 C.P. 31020 Chihuahua, Chih., Méx.

REFACCIONES PARA AUTOS,
CAMIONES Y TRACTORES



FINGUACH

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

Revista de
ciencia y
tecnología

Distribución

- Ingenieros
- Abogados
- Arquitectos
- Ciencias de la información
- Mineros
- Geólogos y topógrafos
- Cámaras empresariales
- Dependencias gubernamentales
- Centros de investigación
- Congresos tecnológicos

ANÚNCIATE
aquí



www.fing.uach.mx



Atentamente

M.I. Ricardo Ramón Torres Knight

Vinculación

- ANFEI
- CONACYT
- CIMAV
- CIEES
- CACEI
- analisec
- Asociación Mexicana del Asfalto S.A.
- GCC
- NM STATE UNIVERSITY
- SCT
- CONAGUA
- ANIE
- INEGI



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

El proceso de enseñanza-aprendizaje de nuestros alumnos se fortalece con la movilidad de los maestros y alumnos con otras instituciones. Recientemente la Universidad Autónoma de Chihuahua firmó un convenio con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) donde podrán asistir alumnos y profesores de esta Facultad. Asimismo la Asociación de Vías Terrestres (AMIVTAC) delegación Chihuahua en un convenio con la UACH está apoyando actualmente a veinte alumnos para que tomen un curso de capacitación en el Departamento de Transporte de Nuevo México.

Por otra parte, en conmemoración del día internacional de la mujer se realizó una mesa de debate en nuestra facultad enfocada en el lema que este año sugirió la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para su festejo "50/50 por un planeta con equidad e igualdad de género" en la que participaron cuatro mujeres de diferentes ámbitos académicos y laborales, el evento se denominó "¿Estamos dando el paso hacia la igualdad de género?", organizada por la M.I. Martha Calderón Fernández.

Continuando con los festejos, el 15 de marzo se celebró un coloquio en conmemoración del día internacional del agua. Este año la Organización de las Naciones Unidas (ONU) eligió el lema "el agua y el empleo", en nuestra facultad contamos con la participación de cuatro ponentes de distintas instituciones especializados en el tema del agua, el coloquio se enfocó en desarrollar una temática en torno a cómo el recurso agua se ha convertido en una fuente de empleo en nuestras sociedades actuales.

En esta edición se aborda el tema del *fracking*, un tema que ha generado el interés de diversas instituciones y empresas dentro de nuestro estado durante los últimos años. Finalmente queremos agradecer a la Dra. Rosa Imelda Olague Caballero por habernos concedido la entrevista central.

CONTE- NIDO

- 3 ➤ El *fracking* o recursos no convencionales
Dr. Ignacio A. Reyes Cortés, D.C. Miguel Franco Rubio, M.A. Octavio Hinojosa de la Garza.
- 6 ➤ Implementación fácil de la técnica
Particle Image Velocimetry
D.C. Cornelio Álvarez Herrera, M.I. Antonio Campa Rodríguez y Dr. José Luis Herrera Aguilar
- 8 ➤ Entrevista
Dra. Rosa Imelda Olague Caballero
- 10 ➤ Alcances de la Gestión Integrada de los
Recursos Hídricos (GIRH) en el sector hidroagrícola de México
M.I. Martha Lorena Calderón Fernández
- 12 ➤ Día Mundial del Agua
M.I. Guadalupe Estrada Gutiérrez, Dr. Humberto Silva Hidalgo, Dr. Fernando Astorga Bustillos y M.I. Martha Calderón Fernández
- 14 ➤ ¿Hidrocarburos en Chihuahua?
Dr. Alejandro Villalobos Aragón y Dra. Vanessa V. Espejel García
- 16 ➤ Análisis multidimensional de datos
sismológicos en el estado de Chihuahua
Ing. Elizabeth Burrola Márquez, M.I. Jesús Roberto López Santillán y
Dra. Graciela Ramírez Alonso



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 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 es responsabilidad de sus autores por lo que no necesariamente refleja el punto de vista de la 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 en congresos tecnológicos.

FINGUACH, Año 3, Núm. 7, marzo-mayo 2016, es una publicación trimestral editada por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Secretaría de Extensión y Difusión por la Facultad de Ingeniería, Circuito Universitario s/n, Nuevo Campus Universitario, 31100 Chihuahua, Chih. Tel: (614) 4429502, www.fing.uach.mx, finguch@uach.mx. Editor responsable: Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-071312482200-102, ISSN: 2448-5489, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido No. 16657 otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por Carmona impresores, Blvd. Paseo del Sol #115, Jardines del Sol, 27014 Torreón, Coah. Distribuida por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario s/n, Nuevo Campus Universitario, 31100 Chihuahua, Chih. Tel: (614) 4429502. Este número se terminó de imprimir el 28 de febrero de 2016 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Los contenidos podrán ser utilizados con fines académicos previa cita de la fuente sin excepción.

CONSEJO EDITORIAL

M.I. Ricardo Ramón Torres Knight
Presidente

Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos
Editor en jefe

M.I. Guadalupe Irma Estrada Gutiérrez
Editora adjunta

Dr. Alejandro Villalobos Aragón
Editor adjunto

Dra. Cecilia Olague Caballero
Editora adjunta

Dr. José Luis Herrera Aguilar
Editor adjunto



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

► Dr. Ignacio A. Reyes Cortés, D.C. Miguel Franco Rubio,
M.A. Octavio Hinojosa de la Garza

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,
FINGUACH. Año 3, Núm. 7, marzo-mayo 2016

El "Fracking"

o recursos no convencionales

El desarrollo de los recursos no convencionales es el principal desafío al que se ha enfrentado México a la luz de las reformas energéticas, lo cual representa un cambio de paradigmas en el sector energético.

Las reformas energéticas se plantean como la llave para asegurar el autoabastecimiento de hidrocarburos del país, comparando los ambientes con la potencialidad demostrada en otros lugares del mundo. La estructura de producción y consumo energético del país no puede modificarse a corto plazo, se deben desarrollar nuevas tecnologías y fomentar la formación de personal especializado cuidando el medio ambiente. Es un proceso relativamente lento y debe existir voluntad política y educación en la población y ambas condiciones están moviéndose con las reformas en proceso de reglamentación.



Oil y gas shale

El *shale* o roca formada de granos muy finos como las de la arcilla compactada, es una formación sedimentaria que contiene gas y petróleo (*shale gas* y *shale/tigh oil*) y México tiene un gran potencial de este tipo de recursos. La característica que define la *shale* o lutita es que no tiene la suficiente permeabilidad para que el petróleo y el gas puedan ser extraídos con los métodos convencionales, lo cual hace necesario la aplicación de nuevas tecnologías. Las mismas consisten en generar fracturas e inyectar a través de ellas, agua a alta presión junto con agentes de soporte (arenas especiales que mantienen las fracturas abiertas) y lubricantes, lo que permite que los hidrocarburos atrapados en la roca fluyan hacia la superficie. Para contactar fracturas con un mayor volumen de roca, a nivel mundial se realizan varias perforaciones horizontales desde la parte inferior de un pozo.

En México se debe asumir el compromiso de liderar el cambio de paradigma energético para que nuestro país pueda seguir creciendo de manera sustentable.

Los recursos de lutita son conocidos desde principios del siglo XX, pero hasta hace algunas décadas no existía la tecnología para extraerlos. A inicios de la década de 1970, por iniciativa del gobierno de USA, se asociaron operadores privados (el Departamento de Energía de USA y el Gas *Research Institute*) para potenciar el desarrollo de tecnologías que permitieron la producción comercial de gas de la lutita. Esta asociación posibilitó el desarrollo de las tecnologías que fueron cruciales para la producción de gas de las lutitas.

La extracción de gas de las lutitas ha producido un cambio de paradigma en la producción mundial de hidrocarburos y en los mercados energéticos, ya que USA, el mayor consumidor mundial de energía, dejó de ser importador de gas, gracias al aumento de producción proveniente de los recursos de lutita.

En un futuro el gas de la lutita también producirá un gran cambio en México, ya que se cuenta con grandes recursos técnicamente recuperables.



Condiciones ambientales a favor de México

- 1) La diferencia de profundidad entre los recursos energéticos y los acuíferos evitan la posibilidad de impacto.
- 2) El espesor de la columna litológica forma una barrera impermeable que aísla la zona de interés de los acuíferos y otros yacimientos con los energéticos.
- 3) La gran distancia de las áreas de los energéticos respecto de los centros urbanos.



¿La estimulación hidráulica pone en riesgo los acuíferos?

No. En México los hidrocarburos no convencionales se encuentran separados de los acuíferos por al menos una columna de roca de 3km de espesor. Además, los acuíferos se protegen usando tubería de acero y cemento al hacer las perforaciones y la extracción. Esto permite tener más recursos no convencionales.

¿El agua utilizada es desechada en los ríos o lagunas?

No. En México, el agua es manejada de diversas maneras, como la reutilización, la reinyección en pozos y el almacenamiento para su posterior tratamiento y reuso.

¿La extracción de gas de las lutitas está prohibida en casi todos los países?

No. Sólo fue prohibida en Francia y Bulgaria, que hasta ahora, no tienen ningún antecedente en la perforación de este tipo de pozos.

¿Se utilizan cientos de químicos peligrosos?

No. En México, aunque este tipo de perforaciones es incipiente y está limitado a Coahuila, Nuevo León y

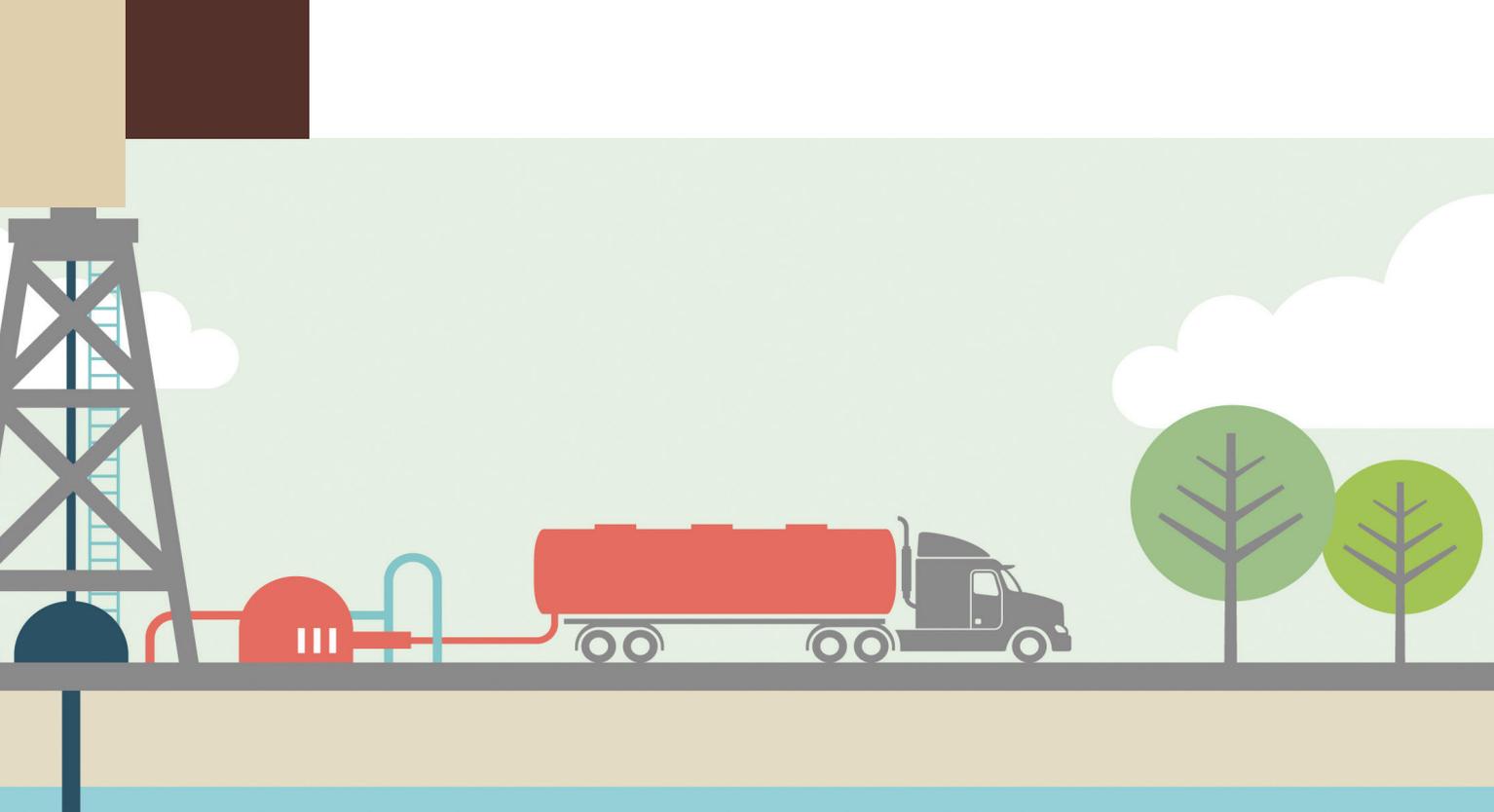
Tamaulipas, se utilizan sólo de 3 a 12 aditivos en bajas concentraciones. Estos químicos se pueden encontrar en los refrigerantes, helados, conservadores de quesos, bebidas y algunos artículos de higiene.

¿La estimulación hidráulica provoca sismos?

No. La intensidad de la actividad sísmica proveniente de la inyección es 100 000 veces menor a lo detectable por los seres humanos. Decenas de miles de pozos se han perforado en USA y otros países con esta técnica y no se ha comprobado en ningún caso que provoquen sismos.

¿La estimulación hidráulica compromete el abastecimiento de agua?

No. En el caso que se requiriera hacer perforaciones en el oriente del estado de Chihuahua se utilizará del uno al tres por ciento del volumen promedio del Río Conchos frente al treinta y cinco por ciento comprometido en el tratado con USA, el resto seguirá usándose para riego y consumo humano. El restante durante avenidas máximas extraordinarias continuará su curso sin contabilizarse.



La política que se está siguiendo en México es mantener los recursos convencionales al máximo. Para ello, se propone lograr la revitalización de los yacimientos maduros a través de una mayor inversión, la incorporación de nuevas tecnologías y mejoras en los sistemas de gestión. Esta estrategia contempla aumentar la inversión en recuperación secundaria y terciaria. La recuperación secundaria es la técnica utilizada para la explotación de yacimientos agotados o de baja presión, este método consiste en generar un aumento de presión a través de la inyección de agua, lo que permite extraer un mayor porcentaje de los recursos alojados en el reservorio. El paso siguiente es la recuperación terciaria, para la cual se agregan aditivos que permiten aumentar o mantener el rendimiento.

La recuperación primaria es el flujo natural del petróleo o del gas desde el yacimiento a la superficie por la diferencia de las presiones. La circulación del fluido puede ser natural (pozo surgente) o por bombeo. Este tipo de recuperación debe despresurizar al yacimiento sin caer por debajo de una presión límite llamada Punto de burbuja (P_b). El P_b es una propiedad de cada crudo y es la presión a la cual se comienza a liberar gas (burbujas al comienzo) y se forma una capa por encima de la del petróleo.

La recuperación secundaria consiste en perforar pozos inyectoros de agua o convertir pozos productores en inyectoros para inyectar agua y "barrer" al petróleo que quedó atrapado en los poros de la roca después de la fase primaria. Se levanta la presión del reservorio y se moviliza petróleo hacia los productores, con el avance de la inyección de agua la fracción acumulada en los pozos productores (el corte de agua) sube y llega en años a alcanzar un límite económico, típicamente alrededor del noventa y ocho por ciento. La recuperación secundaria produce un orden de magnitud similar a la primaria. El agua deja una fracción importante de petróleo al que no puede desplazar de los poros. Está atrapado por fuerzas capilares.

La recuperación terciaria en general intenta reducir la tensión interfacial entre el agua y el petróleo y así liberar al petróleo atrapado. Se usan surfactantes o solventes que generan miscibilidad o una pseudomiscibilidad que desplaza totalmente al petróleo que dejó la recuperación secundaria. En otros casos se usan viscosificantes (polímeros) para reducir la movilidad del agua y evitar que se filtre dentro del petróleo al que intenta desplazar. Existen casos también en los que cuando el petróleo tiene alta viscosidad, se inyecta vapor de agua para que condense sobre el petróleo y genere una capa de menor viscosidad que fluya hacia los productores por gravedad.



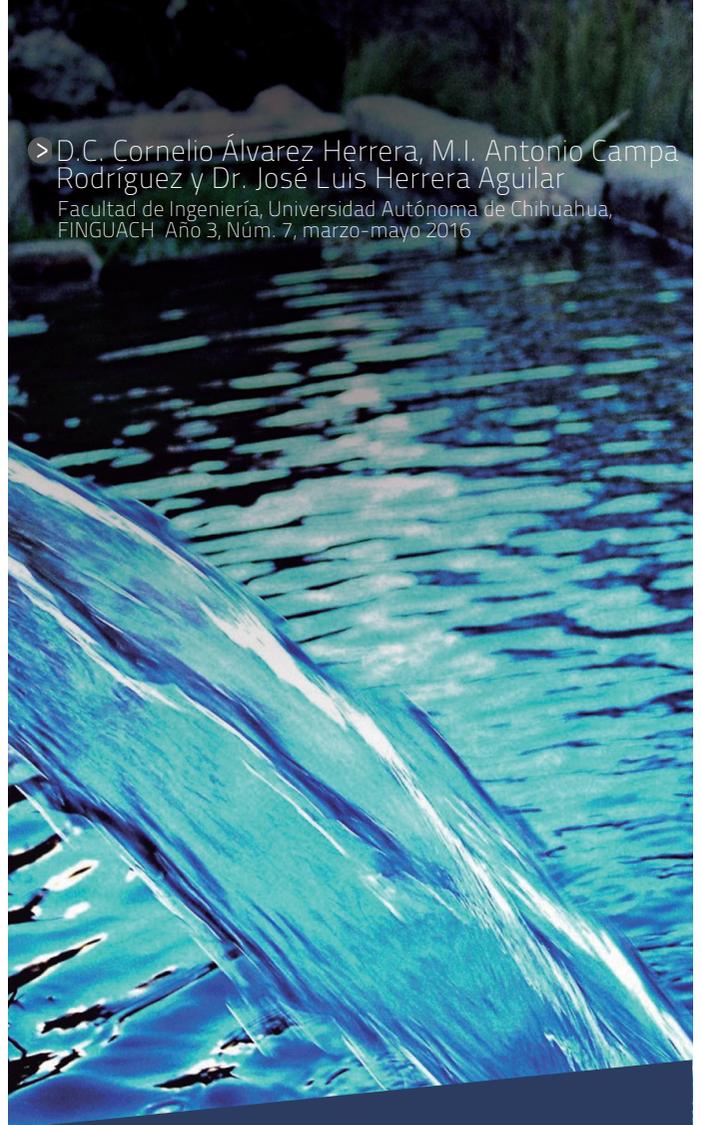
PIV

Implementación fácil de la técnica *Particle Image Velocimetry* para la medición de campos de velocidad en un fluido

El propósito de este trabajo es describir de manera resumida la implementación de la técnica óptica de campo completo *Particle Image Velocimetry* (PIV) utilizada extensamente para la visualización y medición de campos de velocidad en flujos de fluidos. Se describe brevemente la metodología de la técnica PIV, además se mostrarán algunos resultados experimentales obtenidos de la manera más sencilla para mostrar el funcionamiento de esta técnica óptica.

La medición de velocidad en los flujos de fluido es de mucha importancia para el ser humano. Nuestros sentidos nos permiten observar cuando un madero es arrastrado por la corriente de un río. Los primeros bosquejos para la visualización de la velocidad en los flujos fueron realizados por Leonardo Da Vinci. Ludwig Prandtl fue uno de los principales estudiosos que investigaron la visualización de los flujos de fluidos, utilizando túneles de agua, colocando objetos en el flujo para observar la estela del flujo generada por estos objetos. El flujo es visualizado utilizando partículas de mica sembradas. R. J. Adrian da una descripción del probable descubrimiento de esta técnica, en este mismo trabajo el autor muestra como la simple observación de algas flotando en el agua muestran el movimiento del flujo, siendo esta una forma fácil de visualizarlo. Esta técnica es muy utilizada en los túneles de viento para el diseño en aeronáutica y en diseño de edificios, además en canales para modelos en hidráulica y diseño de barcos entre otros.

> D.C. Cornelio Álvarez Herrera, M.I. Antonio Campa Rodríguez y Dr. José Luis Herrera Aguilar
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,
FINGUACH. Año 3, Núm. 7, marzo-mayo 2016



Método de PIV

Para la utilización de esta técnica, se requiere el sembrado de partículas, para iluminar estas se requiere una hoja de luz muy delgada en la cual las partículas esparcirán la luz en varias direcciones, observando la posición de las mismas. Las partículas iluminadas darán la posición en el tiempo del flujo de fluido. Las partículas trazadoras en conjunto con la hoja de luz nos permiten visualizar el comportamiento del fluido a simple vista. Para poder obtener más información se captura en video o en imágenes instantáneas utilizando una cámara de video lo suficientemente rápida para resolver temporalmente el movimiento del fluido. Con la ayuda de la cámara y *software* de computadora se puede conocer el tiempo entre cada imagen Δt . Se toman dos imágenes consecutivas una a tiempo t_1 y otra a tiempo t_2 , donde se observa la posición de cada una de las partículas en los dos tiempos diferentes y ver el desplazamiento de cada una de las partículas en las direcciones axial y transversal del flujo en las imágenes. Para lo anterior se utilizan algoritmos de correlación cruzada.

Obteniendo entre las dos imágenes consecutivas el intervalo de tiempo Δt y el desplazamiento Δs de cada una de las imágenes se aplica la fórmula de la velocidad.

$$U = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

En la Figura 1 se muestra un esquema del arreglo PIV donde se aprecia todo lo descrito en el método.

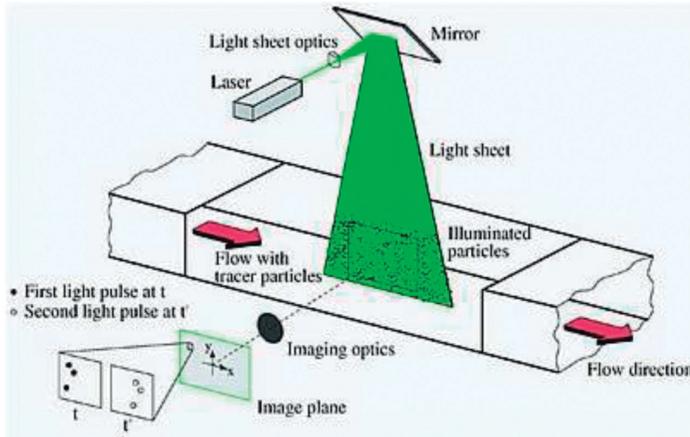


Figura 1. Esquema del arreglo PIV

Las dos imágenes consecutivas en los tiempos t_1 y t_2 respectivamente se dividen en ventanas, estas ventanas barren a las imágenes en las mismas posiciones, a la ventana de imagen en t_1 le corresponde otra ventana en la misma posición de la imagen en t_2 . Para la obtención de las posiciones de las partículas se utilizan algoritmos de correlación cruzada aplicadas a las ventanas que barren a las imágenes en los dos tiempos diferentes, el algoritmo de correlación cruzada es programado en MATLAB con el uso de las funciones `fft2` e `ifft2` que corresponden a la transformada rápida de Fourier en dos dimensiones y a su inversa respectivamente.

Este experimento se realiza de manera sencilla para la comprobación de la técnica, se utiliza leche como flujo de fluido y semillas de chía sembradas en este fluido, las semillas son utilizadas como partículas trazadoras. En este caso por las características lentas del fluido y el tamaño de las partículas no será necesario la utilización de la hoja de luz. Para la captura del movimiento del flujo de fluido se utiliza una cámara con tecnología CMOS con una lente compuesta de 50mm de distancia focal, se toma un video del evento con formato .avi a 30 imágenes por segundo, después se corta este video en imágenes instantáneas para su procesamiento.

El fluido se agita con un lápiz para generar movimiento en el flujo de fluido. Como se aprecia en la Figura 2 a). En esta figura se muestra la suma de las dos imágenes en dos tiem-

pos consecutivos para flujo en transición cuando se comienza a perturbar, los vectores mostrados en color azul muestran los desplazamientos en el plano (x,y) para los campos C1, C2 y C3 tomados en tres pares de tiempos consecutivos. En la Figura 2 b) los campos C1, C2 y C3 corresponden al flujo en relajación, de igual manera los vectores en color azul corresponden a los desplazamientos en el plano, mostrando la amplitud del desplazamiento y la dirección. Los campos de velocidad se pueden obtener utilizando la Ec. (1) dividiendo los desplazamientos Δs entre el intervalo de tiempo Δt .

Resultados

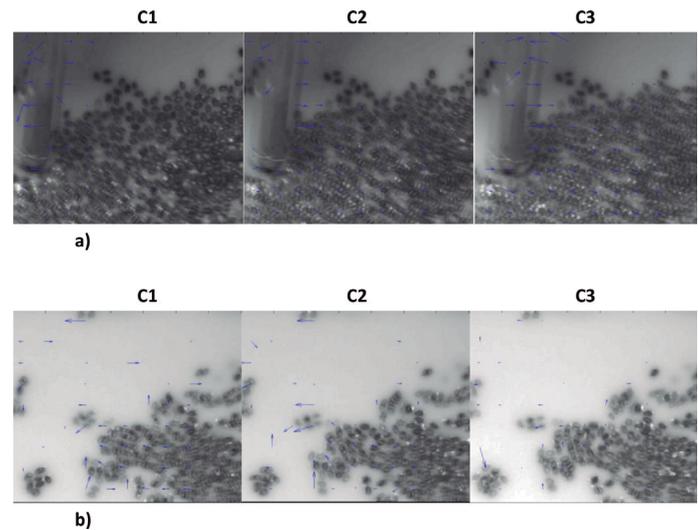


Figura 2. a) Campos C1, C2 y C3 corresponden al flujo en transición, b) los campos C1, C2 y C3 corresponden cuando el flujo se está relajando.

En este trabajo se resumió de manera sencilla el funcionamiento de la técnica óptica de campo completo *Particle Image Velocimetry* (PIV). Imágenes consecutivas de flujo de fluido se obtuvieron con el sembrado de semillas trazadoras como partículas para visualizar el movimiento del fluido. Se utilizó el algoritmo de correlación cruzada para la obtención de los vectores de desplazamiento de las partículas en los campos de fluidos mostrados.

Referencias

- M. Raffel, C. Willert, S. Wereley, J. Kompenhans (2007), *Particle Image Velocimetry a Practical Guide, second ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.
- R. J. Adrian, (2005), *Twenty years of particle image velocimetry, Experiments in Fluids* 39: 159–169.
- http://www.dlr.de/as/en/DesktopDefault.aspx?tabid=183/251_read-12796/gallery-1/gallery_read-Image5.1574/
- Ajay K. Prasad (2000), *Particle image velocimetry, current science, vol. 79, No. 1.*

Commemorando el día internacional de la mujer, en esta edición de la revista FINGUACH se le realizó la entrevista central a la Dra. Rosa Imelda Olague Caballero, académica de la Universidad Estatal de Nuevo México y de la Universidad Autónoma de Chihuahua, quien habló sobre su trayectoria académica y laboral en ambas universidades, así como de los principales retos a los que se ha enfrentado desde que emigró a los Estados Unidos para continuar con sus estudios y realización profesional.

Proveniente de una familia que respaldó siempre su deseo por estudiar una carrera asociada usualmente con el género masculino, la Dra. Imelda Olague es egresada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) y cuenta con una destacada trayectoria académica. Culminó sus estudios superiores en el año de 1985 en la carrera de ingeniería civil. En el año 2000 completó una maestría en administración y una especialidad en bibliotecas académicas. En el año 2003 fue aceptada por la Universidad Estatal de Nuevo México (NMSU) para realizar un doctorado y con el apoyo por parte de la dirección de la Facultad de Ingeniería, la Dra. Olague emigró a los Estados Unidos para iniciar sus estudios de doctorado. En el año 2005 obtuvo una maestría en ingeniería civil y en el 2008 un doctorado en geotecnia, ambos en la misma institución. En el año 2012 se graduó de una maestría en ingeniería industrial y en la actualidad se encuentra estudiando su segundo doctorado, también en ingeniería industrial.



Dra. Rosa Imelda Olague Caballero

“La relación de la Dra. Rosa Imelda Olague Caballero con la Universidad Autónoma de Chihuahua la ha llevado desde sus inicios como estudiante de ingeniería, catedrática de la misma facultad y personal administrativo hasta convertirse en el enlace institucional con la Universidad Estatal de Nuevo México: “En el año 2006, un poco después de obtener el grado de maestría en ingeniería civil en NMSU, ya se tenían contemplados algunos convenios con esa universidad. Se había estado trabajando en el diseño curricular de un programa de doble titulación en ingeniería aeroespacial y un programa de titulación conjunta a nivel doctorado en ingeniería civil; en ese tiempo se necesitaba de un persona que estuviera al tanto de los tramites y avances administrativos y del papeleo de los dos convenios. Por razones personales, durante ese tiempo me resultaba un poco difícil regresar a Chihuahua y ante la necesidad de identificar un intermediario que estuviera al tanto para los programas en Nuevo México, recibí el encargo de tomar esta responsabilidad desde la Universidad Estatal de Nuevo México. El hecho de pertenecer a la administración de NMSU me permitió conocer más de cerca las necesidades de los convenios y al mismo tiempo estar involucrada en los procesos administrativos de esa universidad mientras que me ocupaba de supervisar asuntos relacionados con los convenios de colaboración que se tenían entre la Facultad de Ingeniería de la UACH y el Colegio de Ingeniería de Nuevo México”.

Elegir una carrera asociada al género masculino no fue el único reto que la Dra. afrontó, también lo fue el emigrar a otro país para continuar con su preparación. Las carreras de ingeniería han destacado por concentrar en sus aulas a un mayor alumnado de varones que de mujeres, sin embargo, la Dra. Olague optó por construir una carrera a la par que sus compañeros en la que indudablemente ha destacado.

“Como mujer han sido muchos retos a los que me he enfrentado en mi carrera, generalmente cuando una mujer decide estudiar ingeniería y se lo dice a su familia hay un gran choque ideológico, en mi caso afortunadamente conté con el apoyo de mi familia desde el principio, ya que mi madre es una mujer de fuertes convicciones y con una visión muy positiva del futuro, ella me apoyó al igual que mi padre. También mis hermanos se habían ido por el área de la ingeniería y eso me facilitó el camino. Pienso que uno de los retos más importantes de convivir o interactuar en un mundo completamente masculino ha sido el tratar de vivir mi identidad como mujer, no competir con los hombres, sino respetar su campo de acción, sus cualidades y lo que ellos aportan y tratar de que las cualidades y virtudes que me son propias como mujer complementen el trabajo de ellos. Esto no es muy común en las ciencias y en la ingeniería y aunque difícil, creo que es posible colaborar con profesionalismo y respeto, siendo uno genuino en su identidad. Esto allana el camino ya que los compañeros varones no la ven a una como una amenaza, sino como un colega y colaborador”.

Otro de los principales retos a los que se ha enfrentado la Dra. Olague en su trayectoria profesional ha sido su raíz como latina, su nacionalidad mexicana en un mundo anglosajón.

“El punto de partida ya implica de por sí mucha desventaja. En primer lugar por el hecho de ser mujer la credibilidad es mucho menor y en segundo lugar, la condición de inmigrante determina y lastima el desempeño académico. Esta situación representa una serie de piedras de tropiezo en el camino, pero al mismo tiempo representan oportunidades para demostrar lo que uno es y lo que uno puede aportar al campo académico y de la ingeniería. A este respecto me gustaría destacar lo importante que ha sido para mí poder actuar como representante de las mujeres mexicanas en el área de ingeniería en los Estados Unidos. Me ha significado no solo un

desafío sino todo un compromiso el poner de relieve la calidad del trabajo que los mexicanos podemos realizar, así como el hacer evidente el profesionalismo y la dedicación con el que se distingue nuestro trabajo. Como lo he mencionado antes esto ha sido un gran reto y creo que el hecho de que muchos otros compañeros y compañeras han realizado estudios en NMSU y otras instituciones en el extranjero, donde han hecho un muy buen trabajo, ha sido una fuente de motivación y estímulo para mí porque ellos han contribuido al cambio de perspectiva en Nuevo México y el mundo acerca del valor del estudiante mexicano, en especial en las áreas de ingeniería y de la ciencia”.

Finalmente la Dra. Olague envió un mensaje a todas las mujeres que se encuentran estudiando una carrera relacionada con Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés) en las que últimamente ha estado involucrada por la misma dinámica que se ha dado en estos convenios entre la Universidad Estatal de Nuevo México y la Universidad Autónoma de Chihuahua. El mensaje se refiere a la importancia de entender el proceso de la internacionalización de la educación superior que se ha venido dando en esas y otras áreas del quehacer académico.

“Considero que la internacionalización de la educación es una respuesta consciente o estructurada a lo que es la globalización (fenómeno sobre el que no tenemos control) y es muy importante que se valore este nuevo paradigma a fin de buscar los medios educativos necesarios para abrir las puertas de éxito y competitividad global para nuestros estudiantes. Las instituciones de educación superior enfrentan el reto de modernizar sus procesos educativos con el fin de producir egresados capaces de enfrentar un mercado laboral altamente competitivo y globalizado donde, además de desempeñarse exitosamente puedan realizarse profesionalmente. La internacionalización de nuestras instituciones educativas pondrá las bases para enfrentar estos retos. La premisa es preparar estudiantes capaces de enfrentar este nuevo ambiente de trabajo y para ello, los nuevos egresados deberán poseer, además de una sólida preparación académica, otra serie de habilidades como manejo de la información para la toma de decisiones estratégicas, pensamiento crítico, trabajo en equipo, comunicación oral y escrita efectiva, eficacia personal y competencias culturales, entre otras. Por tanto exhorto a nuestros estudiantes, especialmente a las mujeres, a que se dediquen con esmero a su quehacer académico y busquen desarrollar estas habilidades y competencias tomando ventaja de todas las oportunidades que sus instituciones les ofrecen para tal fin. Esto demanda un esfuerzo extra, pero realmente vale la pena. Estén conscientes de que cuando soliciten un empleo, no solo tendrán que competir con sus propias compañeras de generación sino que habrán de demostrar que están mejor calificadas que las egresadas de otros países como China, India, Finlandia, Brasil; entre otros países. En fin, ese es el reto. Quisiera que mi propia experiencia pudiera servir de estímulo para jóvenes mujeres que están iniciando sus estudios y que están pensando en la posibilidad de hacer estudios de posgrado en el extranjero, yo les diría que con esfuerzo y perseverancia es algo que se puede lograr.”



Dra. Rosa Imelda Olague Caballero y M.I. Guadalupe Irma Estrada Gutiérrez

A raíz de la identificación de una problemática creciente en el manejo, distribución y afectación al recurso hídrico, en el Plan de Acción de la Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (1992) llevado a cabo en Río de Janeiro, se incorporó el concepto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) acotado como el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (GWP-TAC, 2000).

Desde esa reunión, los países miembros de la ONU manifestaron su interés por incorporar la GIRH en sus políticas públicas, mediante la adecuación de sus marcos legales, institucionales, de planeación y de financiamiento en materia de agua; México no fue la excepción ya que la GIRH plantea la coordinación y colaboración entre los sectores: gubernamental, usuarios, académico-científico y sociedad organizada, mediante una participación articulada en la toma de decisiones, con la finalidad de alcanzar tres objetivos estratégicos: la sostenibilidad ambiental, equidad social y eficiencia económica (GWP, 2005).

Revisión del Marco legal en México previo a la incorporación de la GIRH.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) creada en 1989, publicó la Ley de Aguas Nacionales (LAN) en 1992, en esa versión no apareció el concepto de GIRH; solo mencionaba la figura de los Consejos de Cuenca (CC) para mejorar el aprovechamiento del agua, preservar y controlar su calidad, a nivel estatal, regional o de cuenca. En cuanto a las concesiones y asignaciones, la LAN mencionó que se tomaría en cuenta la disponibilidad del agua y el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA).

Comportamiento de los indicadores del sector hidroagrícola

En la Figura 1 se observa que el VP tuvo un comportamiento ligeramente inestable pero con crecimiento de 1997 al año 2007, para luego experimentar un crecimiento mayor y sostenido a pesar de que disminuyeron los VD. A partir del año 2008, la SR disminuyó sensiblemente mientras el VP siguió incrementándose. La P ha tenido un ascenso sostenido desde el año 2002 a la fecha.

En la Figura 2, se presentan los trece Organismos de Cuenca (OC) en los cuales se dividió el país para fines de administración y planificación hídrica (DOF, 2010) mientras que en la Figura 3 se muestra la evolución de los VD en el país por OC. Del análisis de la última figura se observa que los organismos que mayores volúmenes de agua distribuyeron por hectárea (más de 15 000 m³/ha) son Golfo Centro y Pacífico Sur (Zona Sur) Balsas, Valle de México (Zona Centro) y Cuencas Centrales del Norte. Excepto el OC Balsas – que se mantuvo en el mismo nivel –, todos tendieron a disminuir los volúmenes de agua utilizados. Por otra parte, los organismos que utilizaron menores volúmenes del líquido (4 000 a 10 000 m³/ha) fueron Península de Yucatán, Río Bravo, Noroeste y Pacífico Norte, en donde el OC Noroeste presentó la distribución más estable; el resto presentó un comportamiento con ligeras fluctuaciones y volúmenes entre 10 000 y menos de 15 000 m³/ha, por año agrícola en el periodo analizado.

Las Figuras 5 a la 7, representan la variación de la EH por OC y están agrupadas por zona geográfica – norte, centro y sur –; en ellas se observa inestabilidad de la variable

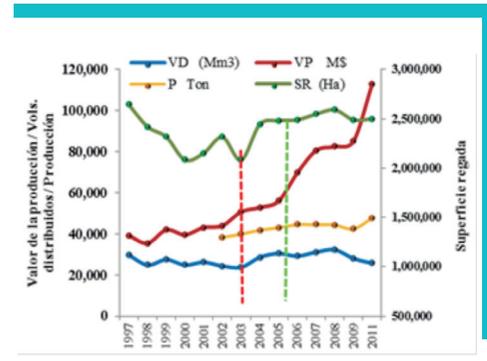


Figura 1. Evolución de indicadores: (1) Valor de la producción, (2) Volúmenes distribuidos, (3) Superficie Regada y Producción, en los Distritos de Riego de México (EAM, 2013)



Figura 2. Organismos de Cuenca: I Península Baja California, II Noroeste, III Pacífico Norte, IV Balsas, V Pacífico Sur, VI Río Bravo, VII C. Centrales del Norte, VIII Lerma-Santiago-Pacífico, IX Golfo Norte, X Golfo Centro, XI Frontera Sur, XII Península de Yucatán, XIII Valle de México

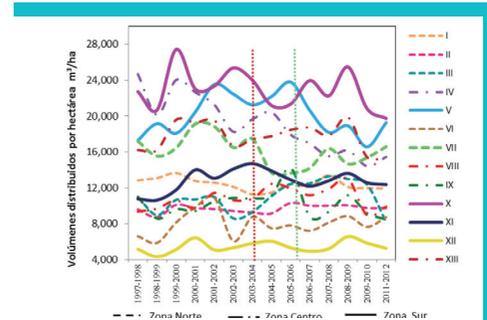


Figura 3. Volúmenes distribuidos por hectárea y por organismo de cuenca.

hasta antes del año 2005 para luego dar lugar a un crecimiento sostenido hasta el año 2011. Lo anterior, es notable especialmente en la zona norte del país, en donde la disponibilidad de agua es limitada.

Los mayores incrementos de la EH se presentan en la zona sur en los OC Península de Yucatán y Frontera Sur. La evolución de la Pd se muestra en las Figuras 7 a la 9, observándose a partir del año 2004 un incremento en este indicador. Las Figuras 10 a la 12, muestran la evolución del CP para los OC del país, de la observación de las mismas es posible identificar a partir del año 2005 o 2006, que aunque existen variaciones, la mayoría los OC tienden a disminuir sus consumos de agua por tonelada producida. Nótese que aquellos OC que inicialmente (año 2003) tenían mayores CP exhiben las mayores disminuciones al final del periodo (2012).

De los indicadores analizados anteriormente se puede constatar que en el año agrícola 2011-2012 se distribuyeron 25 676 Mm³ de agua en 2 499 millones de hectáreas en los distritos de riego del país; se levantó una producción de 47.632 millones de toneladas que tuvo un valor de \$112 803 millones de pesos. Estas cantidades significaron una eficiencia hídrica (EH) de \$4.4 pesos por m³ de agua distribuido, que es 1.53 veces superior a la EH de \$2.86 pesos por m³ logrado en el año agrícola 2006-2007 y más aún, 2.43 veces mayor en comparación con la EH de \$ 1.81 pesos por m³ alcanzado en 2002-2003.

Se puede afirmar que se aprecian cambios positivos en el comportamiento de indicadores del sector. La evolución de estos indicadores antes del año 2005, muestra una tendencia indefinida (altos y bajos) sin embargo después de esa fecha, las eficiencias hídricas se elevaron en todos los OC a partir del año 2005 y la productividad aumentó en el 70% de ellos. Adicionalmente, el consumo de la producción (m³/Ton) se redujo a partir del 2006. Aunque se observa que hay cambios positivos en el sector hidroagrícola desde la incorporación de la GIRH en la legislación nacional, estos no son uniformes en el tiempo ni en el espacio, por lo que el lograr su mejora, representa grandes retos gubernamentales, económicos y sociales, en los que el sector académico y científico puede participar generando propuestas que permitan alcanzar dicho objetivo.

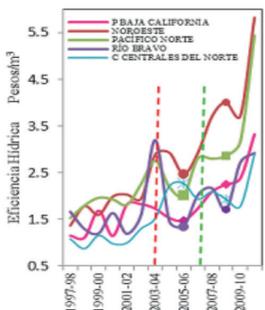


Figura 4. Eficiencia hídrica (\$/m³) en el sector agrícola de riego ubicado en la región norte de México.

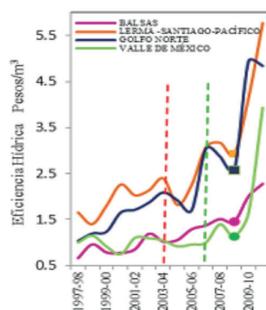


Figura 5. Eficiencia hídrica (\$/m³) en el sector agrícola de riego ubicado en la región centro de México.

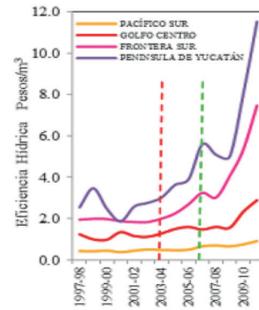


Figura 6. Eficiencia hídrica (\$/m³) en el sector agrícola de riego ubicado en la región sur de México.

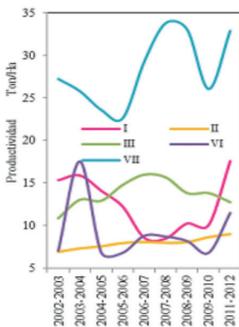


Figura 7. Productividad Zona Norte Ton/Ha

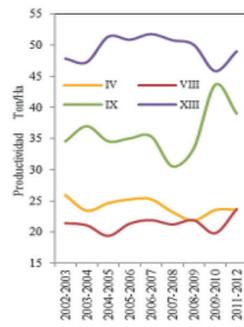


Figura 8. Productividad Zona Centro Ton/Ha

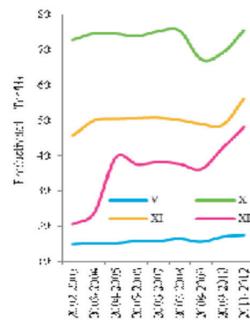


Figura 9. Productividad Zona Sur Ton/Ha

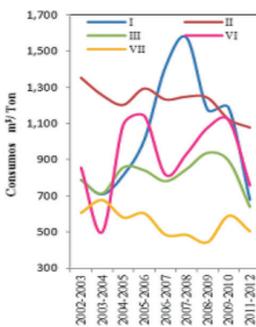


Figura 11. Consumo de la producción Zona Norte m³/Ton

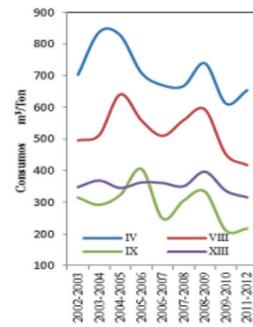


Figura 12. Consumo de la producción Zona Centro m³/Ton

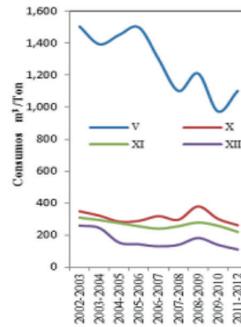


Figura 13. Consumo de la Producción Zona Sur m³/Ton

Referencias

- Comisión Nacional del Agua (CNA), (1997-2012). "Estadísticas Agrícolas del Agua en los Distritos de Riego", Ediciones 1997-2012. México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua (CNA), Estadísticas del Agua en México. Edición 2010, 2011, 2012. México D.F.
- Comisión Nacional del Agua (CNA), (1992), (2004), (2013), Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. México D.F.
- Food and Agriculture Organization (FAO), (2013) La situación de los recursos mundiales de tierra y agua para la alimentación y la agricultura. Portal FAO. AQUASTAT.
- Global Water Partnership (GWP), (2005) Planes de Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Manual de Capacitación y Guía Operacional. Estocolmo, Suecia.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (2002) Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000. Conservación del recurso agua, México D.F.
- Silva-Hidalgo, Humberto, Aldama, A. Alvaro, Martín-Domínguez Ignacio Ramiro y Alarcón-Herrera, María Teresa, (2013) Metodología para la determinación de disponibilidad y déficit de agua superficial en cuencas hidroclimáticas: aplicación al caso de la normativa mexicana. Tecnología y Ciencias del Agua. Vol. IV. (No.1) pp. 27-50.

➤ M.I. Guadalupe Estrada Gutiérrez, Dr. Humberto Silva Hidalgo,
Dr. Fernando Astorga Bustillos y M.I. Martha Calderón Fernández

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,
FINGUACH. Año 3, Núm. 7, marzo-mayo 2016

Día mundial del Agua

Una condición para toda la vida en nuestro planeta y el recurso más importante para la humanidad es el agua dulce, la cual es un bien transversal a todas las actividades sociales, económicas y ambientales y un factor propicio o limitante para cualquier desarrollo social y tecnológico, además de una posible fuente de bienestar o miseria, cooperación o conflicto (UNESCO, 2015). Para garantizar la gestión y el suministro de este bien, debemos proteger los sistemas de agua vulnerables, mitigar los impactos de los peligros relacionados con el agua, tales como inundaciones y sequías, salvaguardar el acceso a las funciones y servicios de agua y administrar los recursos hídricos de manera integrada y equitativa.

Considerando que a medida que aumentan la población y las actividades económicas a nivel mundial, muchos países están llegando aceleradamente a situaciones de escasez de agua y por consiguiente a un desarrollo económico limitado; además, considerando también que no se aprecia el impacto que los recursos hídricos contribuyen al bienestar social y a la productividad económica, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) efectuada en Río de Janeiro, Brasil del 3 al 14 de junio de 1992 propuso celebrar el día mundial del agua, adoptándose el 22 de diciembre de 1992 durante la 93ª sesión plenaria la resolución A/RES/47/1931 donde se estableció el día 22 de marzo de cada año como día mundial del agua.

El objetivo fue el de crear una conciencia a nivel local, nacional, regional e internacional de la conservación y orde-

nación sostenible del agua existente, para facilitar el desarrollo de políticas que tengan como fin la seguridad energética; el uso sostenible del agua en lo que se conoce como economía verde o energía sustentable; y a la identificación de las mejores prácticas para el uso del agua.

Se invitó a los Estados a participar de actividades relacionadas con la conservación y el desarrollo de los recursos hídricos, apelando a la puesta en práctica de las recomendaciones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo contenidas en el Capítulo 18 (Recursos de Agua Dulce) de la agenda 21.

Dicha invitación solicitó a las naciones que en su contexto, "dediquen ese día a actividades concretas como la sensibilización del público mediante la publicación y difusión de reportajes y la organización de conferencias, mesas redondas, seminarios y exposiciones acerca del aprovechamiento de los recursos de agua y la aplicación de las recomendaciones del programa 21" (ONU, 1992).

En la Asamblea se invitó al Secretario General de la ONU a que con los recursos existentes y sin perjuicio de las actividades en curso, formulara recomendaciones sobre el modo en que la Secretaría de las Naciones Unidas, podría ayudar a los países en la organización de sus actividades nacionales para la celebración del día mundial del agua. La Asamblea General de las Naciones Unidas respondió a dichas recomendaciones, designando el 22 de marzo de 1993 como el primer día mundial del agua.



Agenda 21

La Agenda 21 es un plan de acción exhaustivo que habrá de ser adoptado universal, nacional y localmente por organizaciones del Sistema de Naciones Unidas, gobiernos y grupos principales de cada zona en la cual el ser humano influya en el medio ambiente. Agenda 21, en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y la Declaración de Principios para la Gestión Sostenible de los Bosques fue firmada por más de 178 países en 1992.

La Comisión para el Desarrollo Sostenible (CDS) se creó en diciembre de 1992 para asegurar el seguimiento de la CNUMAD, para supervisar y dar cuenta de la realización de los acuerdos a escala local, nacional, regional e internacional.

Trabajos internacionales

Muchas entidades de la ONU trabajan en temas de agua, como la distribución de agua potable, durante los desastres, la protección de los ecosistemas; entre otros aspectos, asegurándose de que el agua tiene la calidad adecuada, que las ciudades tienen suficiente infraestructura de agua y midiendo el progreso al acceso a los servicios de saneamiento que permita abastecer las necesidades adecuadas para un desarrollo sostenible.

Gran número de organizaciones de todo el mundo también trabajan en estos temas. Para ser fuertes, eficaces y tener un gran impacto, estas organizaciones se unen para trabajar a través de ONU-Agua.

Cada celebración del día Mundial del Agua ha versado sobre un tema específico a desarrollar, como se muestra en la Tabla 1.

1994	Cuidar de nuestros recursos hídricos es cosa de todos
1995	Mujer y agua
1996	Agua para ciudades sedientas
1997	El agua en el mundo: ¿resulta suficiente?
1998	Aguas subterráneas - el recurso invisible
1999	Todos vivimos aguas abajo
2000	Agua para el siglo XXI
2001	Agua y salud
2002	Agua para el desarrollo
2003	Agua para el futuro
2004	El agua y los desastres
2005	El agua fuente de vida
2006	Agua y cultura
2007	Afrontar la escasez de agua
2008	Saneamiento
2009	Compartiendo el agua compartiendo oportunidades
2010	Agua limpia para un mundo sano
2011	Agua para las ciudades: responder al desafío urbano
2012	El mundo tiene sed porque tenemos hambre
2013	Cooperación en la esfera del agua
2014	Agua y energía.
2015	Agua y desarrollo sostenible.

Tabla 1: Temas específicos de cada celebración del día mundial del agua.

Para el Día Mundial del Agua, ONU-Agua identifica próximos desafíos y establece el tema para los próximos años. Día Mundial del Agua 2016 será: "El agua y el empleo", en el año 2017: 'aguas residuales' y en 2018: 'soluciones basadas en la naturaleza por el Agua'.

Referencias

- ONU, 1993. Resolución Aprobada por la Asamblea General. Asamblea General, Organización de las Naciones Unidas. A/RES/47/1993.
- UNESCO, 2015. El Agua Dulce. <http://www.unesco.org> consultada en febrero 2016

Hidrocarburos en Chihuahua?

Desde las décadas de 1970 y 1980, brigadas de exploración de PEMEX realizaron labores de prospección en el estado de Chihuahua, sin embargo estas obras exploratorias fueron abandonadas, a pesar de haber encontrado vestigios de hidrocarburos en varias perforaciones. No obstante, en los últimos años, la combinación de una serie de circunstancias políticas (reforma energética) económicas (precios por encima de 50 dólares por barril de petróleo) y tecnológicas (fracturamiento hidráulico o *fracking*) han provocado un renovado interés en Chihuahua como objetivo de exploración y explotación en la búsqueda de hidrocarburos (petróleo y gas natural). Razones por las cuales PEMEX incluyó a Chihuahua en las cinco áreas en las que enfoca sus esfuerzos para la detección de focos de explotación de gas *shale* (depósitos de gas natural en formaciones de lutitas o rocas arcillosas) junto con las regiones de Sabinas-Burro Picachos, Burgos, Tampico-Misantla y Veracruz.

De acuerdo a *E&P Magazine*, revista electrónica especializada en información relativa a operaciones de exploración, perforación y producción en tierra y mar, estudios de PEMEX indican la posibilidad de que existan yacimientos ubicados a profundidades entre los mil y los 5 mil metros de profundidad, el subsuelo de Chihuahua cuenta con 33 mil kilómetros cuadrados de formaciones sedimentarias, donde se pudo formar el llamado gas *shale* de tipo seco, actualmente explotado en varios países del mundo mediante el *fracking*. Además dicha publicación destaca el hecho de que México posee una gran cantidad de reservas de gas *shale*, que lo ubican en la cuarta posición mundial en este aspecto, sólo por detrás de China, Estados Unidos y Argentina.

Si bien PEMEX, durante casi veinte años soslayó sus planes de exploración en la Cuenca de Chihuahua, las circunstancias anteriormente mencionadas vuelven imperativa la realización de trabajos de exploración y evaluación que permitan determinar el potencial y sobretodo, permitan la actualización de la información geológica de la zona. Para poder establecer el

potencial de hidrocarburos en una zona determinada se necesitan valorar varios factores, como lo son:

- a) La presencia de rocas generadoras (rocas ricas en contenido de materia orgánica que, si recibe suficiente calor, generará petróleo o gas).
- b) Rocas almacén (rocas con un alto grado de permeabilidad que permite que el petróleo emigre hacia ellas).
- c) Rocas sello (con una permeabilidad muy pobre, no permiten el paso de un fluido, sirviendo como cierre a su migración o desplazamiento).
- d) Trampas (rocas o estructuras geológicas que permiten la retención de hidrocarburos) y madurez (que tengan suficiente exposición al calor y presión).

Según información de PEMEX Exploración y Producción (2013) en la Provincia Petrolera de Chihuahua se tienen evidencias de hidrocarburos de asfalto, aceite y gas que fueron identificados a través de la perforación exploratoria y por manifestaciones superficiales de hidrocarburos; adicionalmente menciona, que estudios geoquímicos permiten postular la presencia de cuatro sistemas petroleros relacionados a cuatro rocas generadoras (Tabla 1): Paleozoico, Tithoniano, Aptiano y Turoniano (PEMEX, 2013 y referencias incluidas). Los



elementos de dichos sistemas petroleros tienen una amplia distribución en la Provincia Petrolera de Chihuahua. En la Figura 1 se esquematiza el área que abarcan las rocas generadoras del Jurásico superior, Cretácico inferior y Turoniano, así como las posibles facies almacenadoras arenosas del Jurásico superior, facies carbonatadas del Albiano y sistemas deltaicos para el Uroniano, así como los sellos de lutitas y anhidritas interstratificadas.

ERA	PERIODO/ SISTEMA	ÉPOCA / SERIE	EDAD/ PISO	INICIO (en millones de años)	
Mesozoico	Cretácico	Superior / Tardío	Maastrichtiniano	72 ± 0.2	
			Campaniano	83.6 ± 0.2	
			Santoniano	86.3 ± 0.5	
			Coniaciano	89.8 ± 0.3	
			Turoniano	93.9	
			Cenomaniano	100.5	
			Inferior / Temprano	Albiano	113
		Aptiano	125		
		Barremiano	129.4		
		Hauteriviano	132.9		
		Valanginiano	139.8		
		Berriasiano	145		
		Jurásico	Superior / Tardío	Tithoniano	152
				Kimmeridgiano	157.3
		Oxfordiano	163.5		
Triásico			252.17 ± 0.06		

Tabla 1. Edades geológicas del Mesozoico.

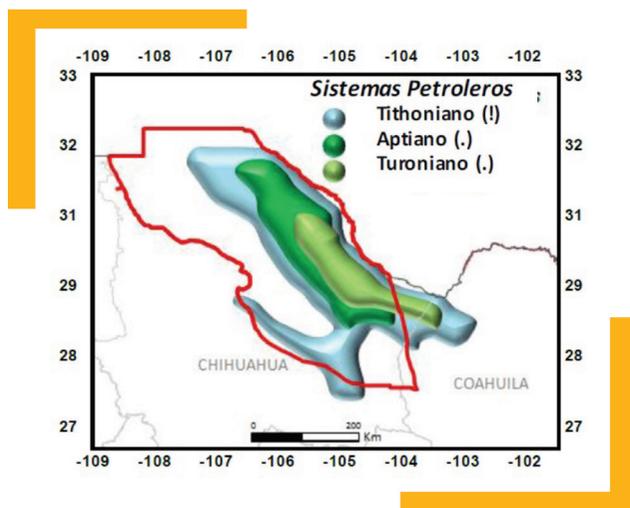


Figura 1. Distribución espacial de los sistemas petroleros de la Provincia Petrolera Chihuahua (PEMEX, 2013).

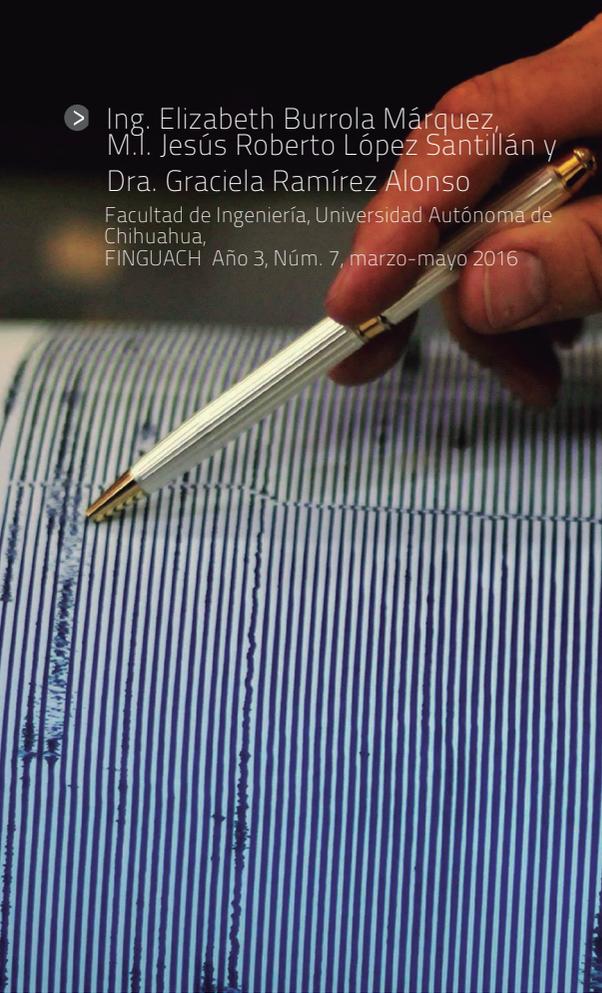
No obstante, a la hora de evaluar la posibilidad de cada uno de los sistemas, se considera que el Paleozoico no tiene interés económico petrolero por su alta madurez y falta de sincronía entre los elementos y procesos del sistema petrolero, pues estas rocas tienen poco espesor y están prácticamente agotadas. Con respecto al Tithoniano, también tiene un alto riesgo por su alta madurez, sin embargo, es factible que los hidrocarburos líquidos y gaseosos pueden estar almacenados en el mismo Tithoniano y Albiano. El Aptiano es delgado, la riqueza orgánica así como su madurez también puede proveer hidrocarburos gaseosos que se almacenarían en rocas del Albiano. Finalmente, rocas generadoras del Turoniano se han asociado con hidrocarburos líquidos detectados en manifestaciones superficiales.

La temporalidad de estos sistemas petroleros presenta un riesgo importante, principalmente para la preservación de los hidrocarburos, ya que la generación pudo iniciar de forma contemporánea con la Orogenia Laramide, lo que podría haber provocado que en algunas áreas se interrumpiera el proceso de madurez térmica. Asimismo, el área al estar sujeta a procesos de erosión, pudo provocar una consecuente pérdida de las rocas sello en alguna estructura, por otro lado, el desarrollo de eventos volcánicos en el Terciario debió afectar la madurez de las rocas generadoras, haciendo que una parte de estas maduraran drásticamente e iniciaran la etapa de generación de gas, como en las formaciones rocosas La Casita y La Peña, mientras que para la formación Ojinaga pudo ser de aceite.

En resumidas cuentas, aún hay mucho trabajo por realizar, si bien la caída brusca de los precios del petróleo ha causado una desaceleración en cuanto a los trabajos de exploración. A lo anterior se debe agregar, la preocupación por la preservación del medio ambiente, que ha provocado la prohibición y/o moratoria del uso del *fracking* en algunos países en Europa (Francia, Bulgaria, Alemania, entre otros.) la aparente intensificación de sismos en las zonas explotadas (en Oklahoma y Colorado en EE.UU y en Alberta, Canadá) así como la relativa carencia y riesgo de contaminación del agua subterránea en la zona susceptible de ser explotada por el *fracking*, plantean problemáticas que deben ser consideradas y evaluadas con el fin de evitar afectaciones irreversibles a la salud de los residentes y al medio ambiente.

Referencias

- M. Raffel, C. Willert, S. Wereley (2015), J. Kompenhans, *Particle Image nternational Commission on Stratigraphy: International Chronostratigraphic Chart*.
 Oil and Gas Magazine, mayo 2014. Yacimientos de gas en Chihuahua abarcarían 33 mil Km².
 PEMEX Exploración y Explotación, 2013, La Provincia petrolera de Chihuahua.
 Shelley, R.C., 1997, *Elements of petroleum geology*, Academic Press.



Análisis

multidimensional de datos sísmológicos en el estado de Chihuahua

El impacto de los sismos a nivel mundial es de gran relevancia, es un tema que ha despertado interés debido a los daños potenciales que estos infligen en la población y su infraestructura (Brett, 2013). Si bien la zona del estado de Chihuahua no es sísmológicamente importante, se pueden analizar los eventos que aquí ocurren para buscar patrones que puedan auxiliar en la toma de decisiones respecto al tipo de suelo, las edificaciones y un mejor desempeño de la infraestructura local. Actualmente las investigaciones que se realizan respecto a este tema son efectuadas a partir de las publicaciones del Servicio Sísmológico Nacional (www.ssn.unam.mx). Si bien es sabido, que esta institución provee de información preliminar cuando llega a ocurrir un evento, la respuesta final puede tardar algunos minutos, incluso horas, en darse a conocer, ya que algunas veces se realiza el análisis con un número reducido de estaciones para determinar la magnitud preliminar (SSN) que después puede ser corregida, aunque no existe un tiempo predeterminado para llevar a cabo esta corrección, ya que todo depende de la cantidad de estaciones sísmicas analizadas (Edwards & Douglas, 2014).

Otra contrariedad que se presenta es la transformación de los datos tomados desde el sísmógrafo, que es el instrumento utilizado para registrar las ondas sísmicas generadas por el movimiento del suelo por donde pasan (SSN). Cada sísmógrafo genera un sísmograma, que contiene las gráficas de los valores de la amplitud en cada oscilación de las ondas producidas por un sismo. Estos valores de onda son conocidos en el SSN como "cuentas". Este proceso se realiza para cada estación sísmológica, en cuyo caso, existen diferentes tipos de sísmógrafos. En México se tienen instalados sísmómetros STS-2 y acelerómetros FBA-23, según la Red Sísmológica Nacional. Los equipos registran continuamente, con una frecuencia de 100 Hz en tres ejes: E (eje este-oeste) N (eje norte-sur) y Z (eje vertical). Dada esta frecuencia, se tienen aproximadamente 8 640 000 registros por cada eje, en cada estación (Taboada, Iglesias, & Martínez, 2012). Esta señal o "cuentas" debe ser traducida a escalas de velocidad o aceleración, con lo que en el SSN llaman "correcciones por instrumento" según Adriana González, ingeniera geofísica del SSN. Una vez que se tienen las ondas en función de la velocidad, se lleva a cabo el análisis para determinar la magnitud de los eventos. La razón por la cual se tiene distinción entre la magnitud preliminar y luego la magnitud corregida es debido a que el equipo computacional dedicado al registro y análisis de las mismas responde ante las mediciones de gran tamaño, sin embargo, se tiene un cierto grado de incertidumbre en el resultado del cálculo de la magnitud.

Todo este proceso debe ser realizado al menos por tres estaciones por cada evento detectado, entre más estaciones sean analizadas, más precisa será la información, aunque con ello aumenta la complejidad de análisis y el tiempo que se requiere para el mismo. Existe poca documentación al respecto, dado que la mayoría de las instituciones que participan en la realización de análisis de eventos sísmicos efectúan la mayor parte de su trabajo una vez que el SSN ha determinado la magnitud de los sismos. Esta magnitud es calculada con base a la amplitud de la onda y la atenuación debido a la distancia, según los datos del sísmograma.

ONDAS SÍSMICAS

EPICENTRO

HIPOCENTRO



La Figura 1 muestra la manera convencional de obtener la magnitud en la escala de *Richter*, basada en los sismogramas como se muestra en la parte superior de la figura. La magnitud está intrínsecamente relacionada con la base logarítmica y es por eso que por cada unidad mayor en la magnitud, el sismo es exponencialmente más fuerte. Así, dado que la magnitud mide la cantidad de energía liberada en un sismo, un grado de magnitud implica alrededor de 32 veces más energía liberada que el grado anterior, es decir, un sismo de grado 7 es 32 veces más energético que uno de 6 y cerca de 1000 veces más grande que uno de 5 (CENAPRED, 2014).

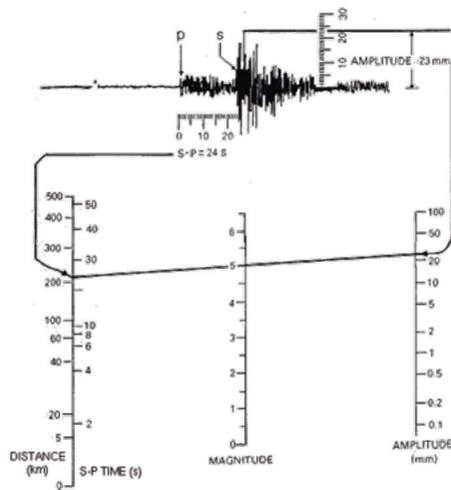


Figura 1. Obtención de la magnitud de un sismo a través del método de *Richter* por medio de un sismograma.

En la Facultad de Ingeniería de la UACH, se lleva a cabo el desarrollo de una tesis con el apoyo de especialistas en geología, para analizar la factibilidad de la implementación de herramientas informáticas que permitan un análisis a través de cubos *OLAP* (análisis multidimensional) para con ello obtener visualizaciones de los datos desde varias perspectivas que permitan responder a distintas interrogantes sobre el comportamiento de las "cuentas" y su relación con los sismos registrados en el estado de Chihuahua.

Esta serie de herramientas está siendo utilizada en otras áreas como en el caso del Centro de Ciencias de la Salud de Londres, donde se busca, a través de la implementación de un sistema informático (aplicando *OLAP*) minimizar tiempo, suministro y equipamiento a la hora de determinar las infecciones más recurrentes de la población. Este proceso mejoró el acceso a la información y la pronta atención a los pacientes (Ali, Nassif, & Capretz, 2013). Otro sistema implementado es el propuesto por Chi & Wang (2012) el cual propone la implementación de *OLAP* para llevar a cabo el análisis criminalístico para la policía de Wenzhou, China. En este caso, lograron no solo la reducción en las consultas a la base de datos, sino que también pudieron explorar dinámicamente la tendencia de incidentes y las características criminales (Chi & Wang, 2012). Como estos ejemplos existen muchos más que muestran la ventaja de la implementación de un sistema informático utilizando un análisis multidimensional aprovechando las ventajas que ofrece esta gama de herramientas y procedimientos.

En la tesis antes mencionada, se realiza el análisis a más de 53 millones de datos correspondientes a los años 2013 y 2014 de las estaciones sísmicas CGI, HPIG y HSIG, ubicadas en Casas Grandes, Parral y Hermosillo, las dos primeras en el estado de Chihuahua y la última instalada en el estado de Sonora, en la Figura 2 se muestra un mapa de la ubicación de estas estaciones.



Figura 2. Estaciones Sísmicas

Originalmente se tenían las "cuentas" totales registradas por las estaciones, dado que analizar más de 8 millones de datos por día requiere de gran capacidad computacional, se realizó un proceso de reducción de datos para obtener 86 400 datos por día. Otro proceso importante para poder establecer la relación entre las "cuentas" y los eventos sísmicos, es tener una señal continua que cubra las 24 horas en cada estación, si alguna de las estaciones antes mencionadas no cuentan con algún registro, estos datos han sido eliminados para este proceso de las otras dos estaciones con el propósito de reducir la incidencia de falsos positivos.

Con estos datos se pretende la implementación del cubo *OLAP* y la utilización de otras técnicas y herramientas informáticas, para llevar a cabo la búsqueda de información relevante a través del reconocimiento de patrones en los archivos del sismógrafo. Se pretende que con la ayuda de esta implementación se pueda tener un nuevo panorama en cuestión de tipos de análisis a través de sistemas informáticos manejando grandes cantidades de datos y con ello abrir una brecha en las investigaciones realizadas en la Facultad de Ingeniería (Hoffer, Ramesh, & Topi, 2011).

Referencias

- Ali, O., Nassif, A., & Capretz, L. (2013). *Business Intelligence Solutions in Healthcare A Case Study: Transforming OLTP system to BI Solution*. IEEE.
- Brett, P. T. (2013). *Earthquake Damage Detection in Urban Areas Using Curvilinear Features*. IEEE.
- CENAPRED. (2014). Guía de prevención de Desastres. Guía de prevención de Desastres.
- Chi, W., & Wand, X. (2012). *Design of Criminal Analysis System Based on OLAP*. IEEE.
- Edwards, B., & Douglas, J. (2014). *Magnitude scaling of induced earthquakes*. *Geothermics*.
- Hoffer, J., Ramesh, A., & Topi, H. (2011). *Modern Database Management*. Ranjan, J. (2009). *Business Intelligence Concepts, Components, Techniques and Benefits*. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*.
- Red Sismológica Nacional. (s.f.). Red Sismológica Nacional. Recuperado el 10 de 03 de 2016, de http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/red_sismologica.jsp
- SSN. (s.f.). Servicio Sismológico Nacional. Recuperado el 8 de Marzo de 2016, de <http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/faq.jsp>
- Taboada, J., Iglesias, C., & Martínez, J. (2012). metodología de detección de microsismología en el hueco de una corta minera rellena de agua. DYNA.