



GACETA

DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM®**

NÚMERO 141, ENERO - FEBRERO, 2020

ISSN 1870-347X

COORDINACIÓN DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

Versión docencia
del sistema de simulación
de transitorios "Trans"

Reconocimiento de patrones
espaciales para entender
desastres naturales:
inundaciones

Efecto del cambio de régimen
de escurrimiento generado
por la presencia de presas
en una bifurcación

Los retos en el manejo
costero para integrar
las energías oceánicas

La Coordinación de Hidráulica ha sido parte medular del Instituto de Ingeniería desde su creación. El trabajo en investigación básica y aplicada que se ha desarrollado desde entonces en las hábiles manos de estudiantes, técnicos e investigadores ha sido y es un referente nacional e internacional. No es raro encontrar una diversidad de textos elaborados por miembros de esta Coordinación formando parte del acervo de consulta de múltiples empresas e instituciones públicas; además, es muy común que nuestros textos sean utilizados como libros de texto en la formación de Ingenieros a lo largo y ancho de Latinoamérica.

En armonía con los cambios que el Instituto ha ido experimentando, la Coordinación también se ha ido actualizando en la formulación de teorías y conceptos, en la ejecución de gran diversidad de trabajos experimentales, así como en el uso y producción de modelos numéricos más potentes. La respuesta de la Coordinación al rápido avance científico y tecnológico del que hoy somos testigos, si bien no ha sido fácil, comienza a rendir excelentes frutos en términos de formación de tecnólogos altamente capacitados, generación de conocimiento y producción científica, sin descuidar el sello particular que nos ha caracterizado siempre, que es la resolución de los importantes retos hídricos a que se enfrenta nuestra nación. No obstante, es innegable que persisten importantes áreas de oportunidad para este grupo académico, principalmente en la recuperación de una vida académica coordinada más activa y en la permanente actualización de técnicas, equipos e instalaciones.

Actualmente, la Coordinación de hidráulica cuenta con quince investigadores, catorce técnicos académicos, una cátedra CONACYT y el invaluable apoyo tanto de honoristas como estudiantes que, sin su ayuda, sería imposible la actual riqueza de

líneas de investigación que se cultivan y no tendríamos el planteamiento de metas científicas, académicas y tecnológicas que se vislumbran hacia los próximos años.

Uno de los cambios recientes que ha vivido la Coordinación, es la incorporación del grupo de hidromecánica, con quienes ya se mantenía una estrecha relación pero que, una vez formando parte del mismo cuerpo académico, estoy seguro que representará importantes beneficios para todos. Bienvenidos.

En este número pretendemos presentar un rostro ágil de la Coordinación de Hidráulica. Se han formulado cuatro trabajos con temas de alto impacto que se encuentran en movimiento a nivel mundial. El primero, muestra una plataforma docente para el cálculo y aprendizaje de fenómenos transitorios, del tipo de aplicaciones que son el presente en la enseñanza a las generaciones jóvenes. El segundo, toca el importante tema de la caracterización de inundaciones a partir de técnicas de imagenología avanzada. Un tercer texto muestra parte del quehacer de la ingeniería hidráulica al estudiar flujo en bifurcaciones en presencia de presas. Por último, el cuarto trabajo está enfocado en la definición de los retos ambientales y sociales que representa la explotación de las energías marinas y el crecimiento del mercado de energías renovables en México.

Es nuestro deseo que este número de la Gaceta del Instituto de Ingeniería permita a los lectores percibir una visión fresca de la Coordinación de Hidráulica y reflejar el fuerte compromiso que tenemos con el uso sostenible basado en las mejores prácticas de los recursos hídricos.

Edgar G. Mendoza Baldwin
Coordinador

UNAM

Rector
Dr. Enrique L. Graue Wiechers
Secretario General
Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario Administrativo
Dr. Luis A. Álvarez Icaza Longoria
Secretario de Desarrollo Institucional
Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa
Secretario de Prevención,
Atención y Seguridad Universitaria
Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo
Abogada General
Dra. Mónica González Contró
Coordinador de la Investigación Científica
Dr. William H. Lee Alardín
Director General de Comunicación Social
Mtro. Néstor Martínez Cristo

IIUNAM

Directora Interina
Dra. Rosa María Ramírez Zamora
Secretaría Académica
Dra. Rosa María Ramírez Zamora
Subdirector de Estructuras y Geotecnia
Dr. Efraín Ovando Shelley
Subdirector de Hidráulica y Ambiental
Dr. Moisés Berezowsky Verduzco
Subdirector de Electromecánica
Dr. Arturo Palacio Pérez
Subdirector de Unidades Académicas Foráneas
Dr. Germán Buitrón Méndez
Secretario Administrativo
Lic. Salvador Barba Echavarría
Secretario Técnico
Arq. Aurelio López Espíndola
Secretario de Telecomunicaciones e Informática
Ing. Marco Ambriz Maguey
Secretario Técnico de Vinculación
Lic. Luis Francisco Sañudo Chávez

GACETA DEL IIUNAM

Editor responsable
Lic. Verónica Benítez Escudero
Reportera
Lic. Verónica Benítez Escudero
Fotografías
Archivo Fotográfico del IIUNAM
Lic. Oscar Daniel López Marín
Fotografía de portada
Lic. Oscar Daniel López Marín
Diseño
Lic. Oscar Daniel López Marín
Corrección de estilo
Gabriel Sánchez Domínguez
Impresión
Grupo Espinosa
Distribución
Guadalupe De Gante Ramírez

GACETA DEL IIUNAM

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual se muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, los cursos y los talleres que imparte, reportajes de interés e información general. Se publica los días 10 de cada mes, con un tiraje de 1500 ejemplares.
Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04 2014 070409264300 109. Certificado de Licitud de Título: 13524.
Certificado de Licitud de Contenido: 11097. Instituto de Ingeniería, UNAM, edificio Fernando Hiriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México. Tel. 56233615.

VERSIÓN DOCENCIA DEL SISTEMA DE SIMULACIÓN DE TRANSITORIOS TRANS

LIBIA CARMONA, GABRIEL CASTILLO
Y RAFAEL CARMONA

La versión docencia del sistema TRANS (*software* para simular transitorios hidráulicos en conductos a presión) y su manual son los productos terminados del proyecto PAPIME (Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza) PE104017.

Un conducto a presión, es una tubería o conjunto de éstas, que pueden tener diferentes características como diámetro, espesor, material y longitud, que están completamente llenas de un fluido, en este caso, agua.

Al fenómeno que ocurre durante el intervalo de tiempo que le toma a un sistema hidráulico pasar de una condición de operación en flujo permanente que fue perturbado, a otra condición de operación en flujo permanente, se le llama transitorio hidráulico.

Algunas perturbaciones ocurren súbitamente como consecuencia de eventos imprevistos; otras, son consecuencia de las maniobras que deben realizarse de manera programada y controlada para cambiar el modo de operación del sistema, como apertura y cierre de válvulas, así como arranques y paros de equipos de bombeo. Durante el flujo transitorio que se desarrolla después de haber ocurrido un evento imprevisto se presentan las máximas variaciones en la presión interna de las tuberías, en la velocidad del agua y en la velocidad de los elementos rodantes de bombas y turbinas; a este fenómeno se le llama transitorio rápido o golpe de ariete.

En un transitorio producido por golpe de ariete, las tuberías se reventarán si la presión interna en las tuberías es mayor que su resistencia, llegan a colapsar si la presión interna es menor que la externa o presentarse la separación de la columna líquida si la presión disminuye hasta la presión de vapor de agua.

Cambios súbitos en el consumo de energía eléctrica en la red alimentada por un sistema hidroeléctrico y fallas en el suministro de energía eléctrica en plantas de bombeo, generan golpes de ariete. Un golpe de ariete puede causar daños con costos muy altos, tanto económicos como sociales. Los primeros, debido a las reparaciones que se tuvieron que realizar en la infraestructura comunitaria; los segundos, por la suspensión del servicio de entrega de agua o de generación de energía eléctrica.

Debido al alto impacto que puede tener un golpe de ariete, hace imperante que los futuros profesionistas involucrados en el tema de conducción de agua en tuberías a presión adquieran el conocimiento suficiente para diseñar sistemas hidráulicos en los que el golpe de ariete no les cause daño.

El fenómeno del golpe de ariete se analiza a partir de las ecuaciones dinámica y de continuidad del agua en el interior de las tuberías; el modelo matemático está formado por un sistema de dos ecuaciones hiperbólicas en derivadas parciales cuyas variables dependientes son la velocidad del agua, su presión (carga piezométrica), las independientes, el tiempo y la posición; el sistema puede resolverse con el método de las características al tomar en consideración las condiciones iniciales y de frontera. En el modelo se consideran la elasticidad del material de construcción de las tuberías y la compresibilidad del agua. En los cursos de licenciatura, es muy común que este modelo no se estudie y sólo se presenten soluciones obtenidas con métodos simplificados. Para diseñar sistemas hidráulicos con conductos a presión, como los sistemas de bombeo (acueductos), no es suficiente considerar las soluciones que se obtienen con los métodos simplificados.

En la versión docencia del sistema TRANS se resuelve el modelo de golpe de ariete con el método de las características. Con éste se puede simular la operación en flujo transitorio de acueductos formados por una línea de conducción con una aportación y sin derivaciones, incluye los modelos para simular la operación de equipos de bombeo en flujo transitorio, apertura y cierre de válvulas, cambios de tuberías, torres de oscilación, cámaras de aire, tanques unidireccionales, así como válvulas de admisión y expulsión de aire (VAEA).

La versión docencia del sistema TRANS está formado por los archivos ejecutables "TransDocencia2-0.exe" y TransMoMaDoc2-0.exe", descargables en <http://sitios.iingen.unam.mx/Transitorios-Hidráulicos/>. El usuario ejecuta "TransDocencia2-0.exe" para construir digitalmente el acueducto con una pantalla gráfica, figura 1; a través de la pestaña "Simulación" se ejecuta automáticamente TransMoMaDoc2-0.exe, módulo que resuelve los modelos matemáticos que representan la operación de los elementos que forman al acueducto.

De los elementos que pueden simularse, el modelo matemático de los equipos de bombeo es el más complejo, para aplicarlo a un caso real, se necesitan las curvas de operación de las bombas en flujo transitorio, que en la mayoría de las ocasiones se desconocen. Debido a ello, TransDocencia2-0 contiene un catálogo de curvas de bombas, figura 2, el cual se creó a partir del banco de información del Grupo de Hidromecánica, resultado de su participación en el diseño y revisión de la operación hidráulica de muchos acueductos. También incluye la información para simular válvulas de movimiento controlado, figura 3.

Previo a realizar una simulación (pestaña Simulación, figura 1) los datos del acueducto se validan. Al terminar la simulación, se presenta un reporte con las características del acueducto e información de la operación en flujo permanente previa al transitorio y a algunos resultados del cálculo del transitorio, figura 4. Los valores de cargas piezométricas, gastos, velocidad de las bombas, niveles de agua en tanques y volumen

de aire que ingresa a la tubería a través de VAEA se graban, como función del tiempo, en archivos tipo ASCII separados por comas que pueden ser leídos en Excel para su análisis.

Realizar simulaciones de transitorios hidráulicos con la herramienta desarrollada es muy sencillo, los resultados que se adquieren no pueden obtenerse con los métodos simplificados que se presentan en la mayoría de los cursos de licenciatura.

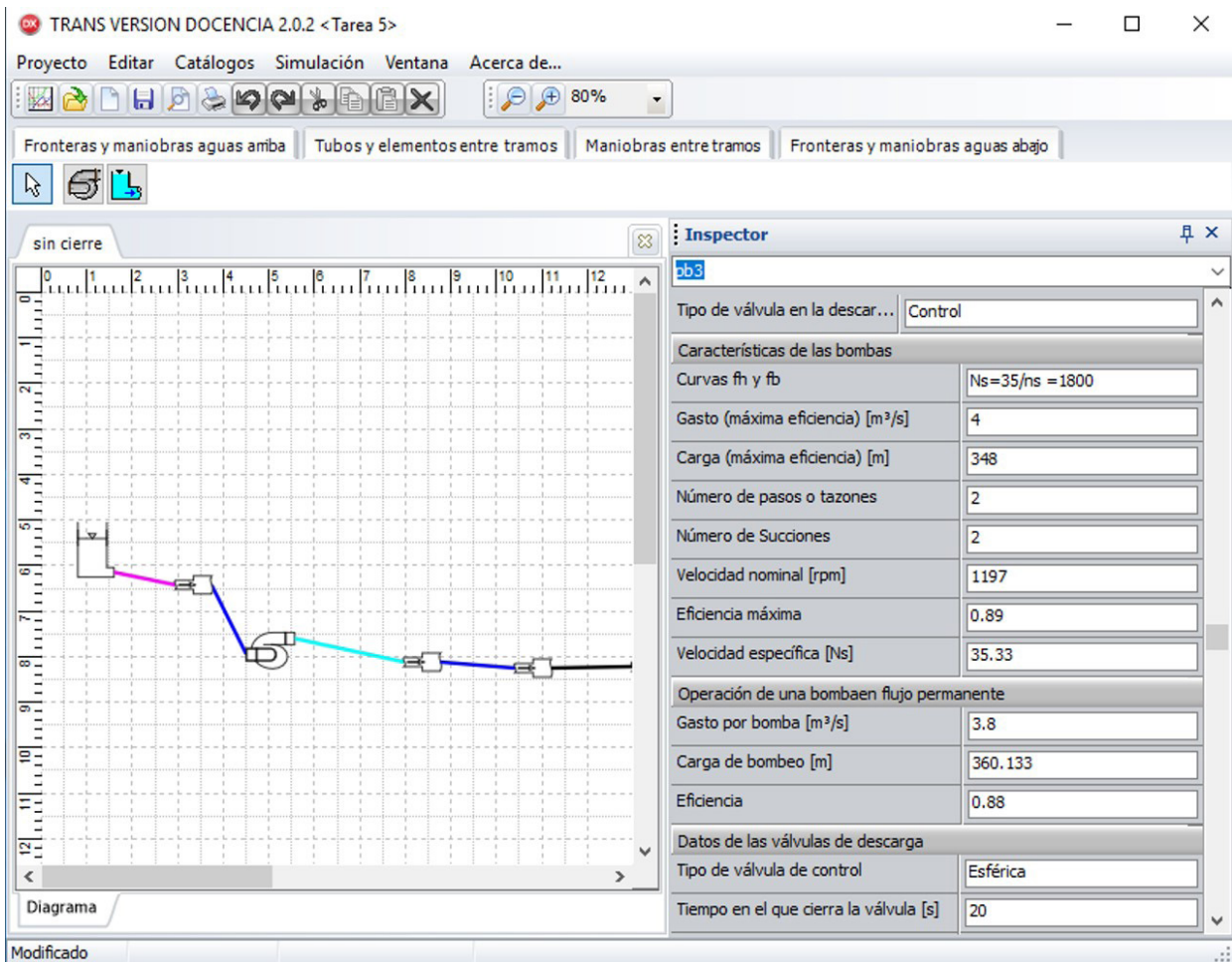


Figura 1. El acueducto se construye digitalmente a través de una interface gráfica

COORDINACIÓN DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

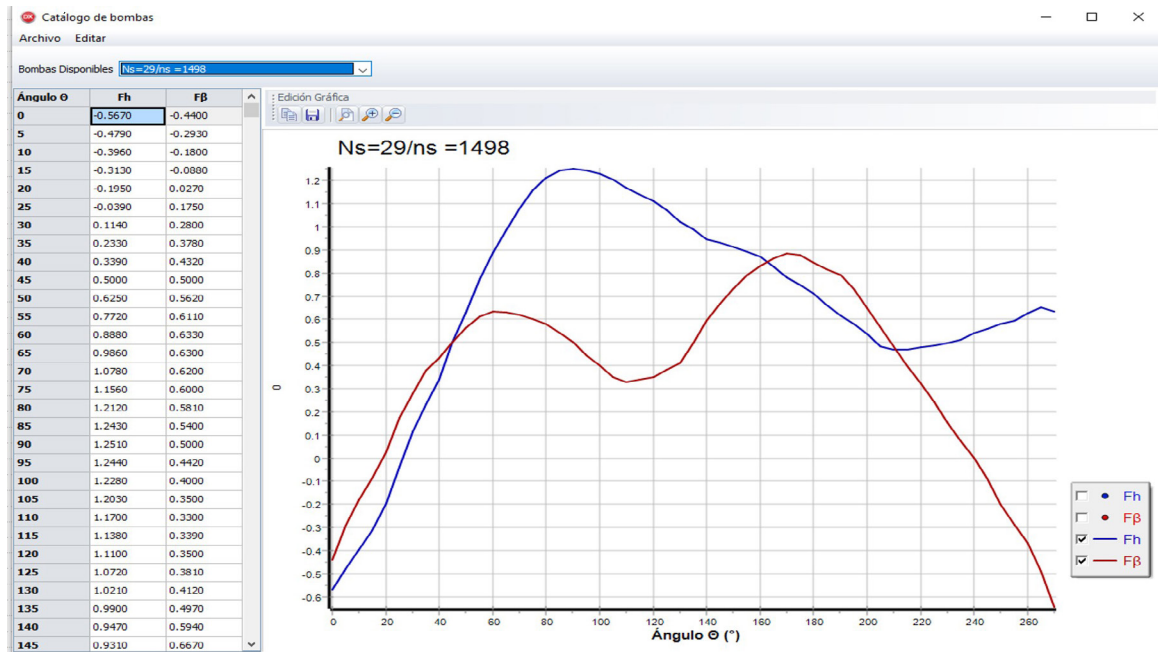


Figura 2. Curvas de la operación de bombas en flujo transitorio disponibles en el catálogo de bombas

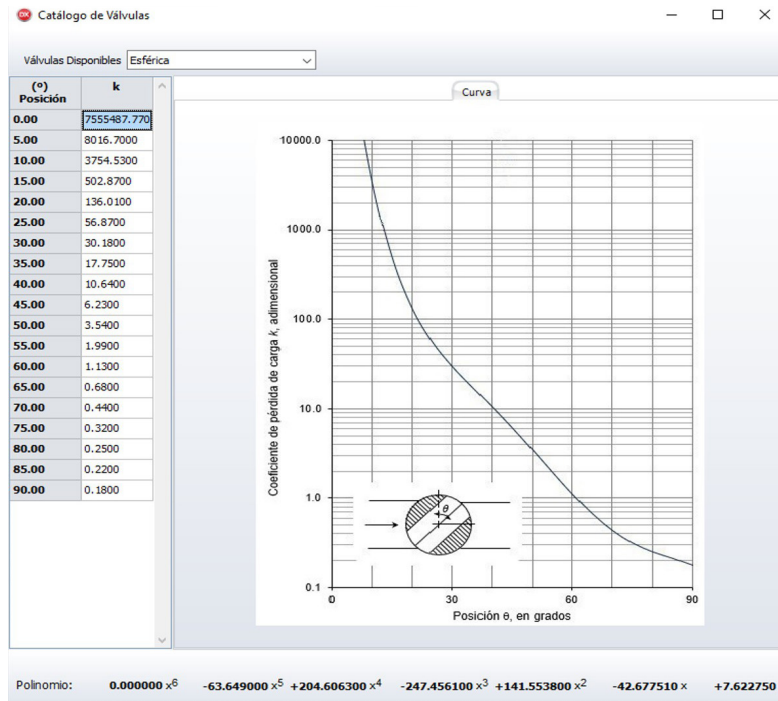


Figura 3. Información para simular válvulas de movimiento controlado en el catálogo de válvulas

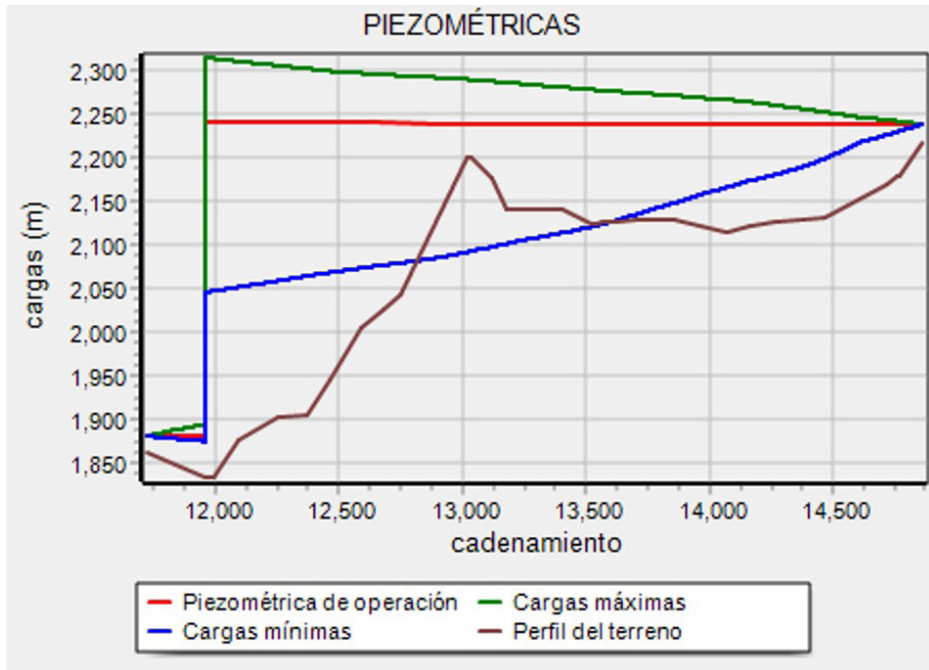


Figura 4. Líneas de carga piezométrica a lo largo del acueducto

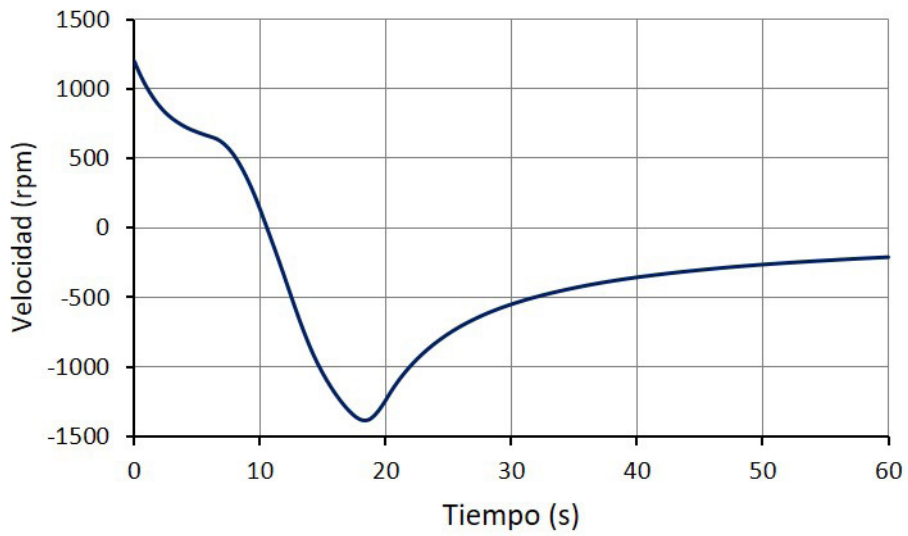


Figura 5. Velocidad de la bomba durante el transitorio

RECONOCIMIENTO DE PATRONES ESPACIALES PARA ENTENDER DESASTRES NATURALES: INUNDACIONES

JUDITH RAMOS Y JESÚS GRACIA

En los últimos cinco años los eventos extremos climáticos (huracanes, sequías, inundaciones, entre otros) son considerados por el Foro Económico Mundial en la lista de los cinco riesgos principales en términos de probabilidad y de impacto a nivel internacional (GRR, 2018). En particular, las inundaciones son altamente variables en espacio, tiempo e intensidad. Stephens *et al* (2011) señalan que la variabilidad espacial se asocia tanto a la interacción entre los flujos en el canal y su planicie, como a la topografía de la planicie de la inundación misma; mientras en términos de tiempo, Hirpa *et al* (2010) consideran que este tipo de fluctuaciones se pueden explicar con una caracterización completa del flujo del río en series de tiempo. Sin embargo, el flujo de un río es el resultado de múltiples factores como precipitación, pérdidas por infiltración y evaporación, así como de prácticas en el manejo de cuencas hidrológicas e ingeniería de ríos que alteran el sistema de transporte. Por ello, se debe considerar que la cuenca de un río es un sistema físicamente desestabilizado debido a las perturbaciones naturales y antropogénicas que modifican su morfología y los elementos de transporte de sedimentos. Así, su estabilización implica entender y evaluar las funciones naturales del sistema para proponer las medidas de planificación considerando los procesos que se llevan a cabo en la cuenca alta (fuente), media (transferencia) y baja (deposición). Asimismo, se deben abarcar los periodos: antes, durante y después de un evento (ej. huracán o depresión tropical), para entender, prevenir y mitigar sus riesgos, así como sus posibles efectos ambientales, sociales y económicos.

Benito y Hudson (2010) indicaron que una forma de analizar el riesgo de inundación es delineando las zonas de inundación no solo río abajo en el valle, sino también río arriba y en el medio. De esta manera, las inundaciones vistas desde la geomorfología fluvial, comprende diferentes formas de analizar el evento: a) estimación de la respuesta hidrológica de las cuencas pequeñas ($\leq 50 \text{ km}^2$); b) delimitar las zonas de riesgo de inundación en amplios valles aluviales mediante la asignación de las formaciones relacionadas con las inundaciones, los depósitos, los suelos, las asociaciones vegetales y las observaciones de las inundaciones pasadas; por último, c) estimar la energía con base en modelos hidráu-

licos inversos de paleo-inundaciones discretas situados en escenarios como estanques y otros indicadores de paleo-etapas (Kochel y Baker, 1982). Los tres puntos de vista se han beneficiado enormemente en las últimas décadas con los avances en la modelación numérica, con metodologías geoespaciales como el sistema de posicionamiento global (GPS), con fotogrametría digital, con Percepción Remota (PR) y con sistemas de información geográfica (SIG) (Benito y Houdson, 2010).

Patrones espaciales

El análisis mediante patrones espaciales se ha convertido en una importante herramienta para el estudio de inundaciones al representar el comportamiento de éstos en la superficie terrestre. Un patrón espacial puede ser considerado como un conjunto de datos $\{(X_i, Y_i); i = 1, \dots, n\}$ localizados en una región de estudio al estar compuesto por n eventos que a primera vista no parecen tener relación al no ser idénticos, pero al juntarlos muestran relación y coherencia (Clausi *et al*, 2007). En este caso, Blöschl y Grayson (2000) definen al patrón espacial en hidrología como cualquier imagen o superficie que muestre la distribución espacial de un atributo a través de algún grado de organización. En estos casos, se puede recurrir al uso de indicadores que ayuden a entender cómo los procesos tienen lugar en la naturaleza estableciendo patrones temporales o patrones presentados en una amplia gama de arreglos espaciales.

Grayson *et al* (2002) consideran tres tipos de patrones denominados: “muchos puntos” (LOP), “binarios” y “sustitutos” basados en los datos disponibles en una cuenca hidrológica. El patrón conocido como “muchos puntos” (LOP) permite una medición rápida de múltiples variables hidrológicas en poco tiempo. Los “binarios” son útiles para describir la cobertura (textura) de alguna fotografía aérea o imagen satelital, y los “sustitutos” corresponden a la fuente de datos más disponible. Los sustitutos son variables que muestran cierto grado de correlación (a menudo limitada) con el patrón de interés, pero son mucho más fáciles de recopilar en una forma distribuida espacialmente, aunque no son una medida real. En general, para que un patrón sea una buena representación de los valores reales, es necesario que el número de muestras sea adecuado, esto dependerá de una escala aceptable, la precisión de la medición y la complejidad del patrón por sí mismo (Pereira y Papa, 2016). Al observar la humedad del suelo y de la vegetación, considerados como patrones sustitutos, podemos representar las marcas de inundación después de un evento a través de la aplicación de índices normalizados con técnicas de percepción remota. Esto implica observar las condiciones prístinas del suelo y la vegetación durante la temporada de sequía y su

cambio después de un evento. Asimismo, permite predecir la distribución espacial del flujo terrestre para compararlo con un modelo de simulación de inundación. Hay pocas investigaciones que comparan predicciones o simulaciones de modelos y observaciones de campo de patrones de flujo terrestre a escala de cuenca debido a la variabilidad en el tiempo y el espacio. Es decir, las predicciones del modelo deben analizarse con buenos patrones que representen la variabilidad espacial en las propiedades del suelo (Vertessy *et al*, 2000 en Grayson y Blöschl, 2000). En este tipo de trabajos la meta es obtener los patrones espaciales del cauce y de la extensión de la inundación sobre la planicie de eventos históricos, recopilados mediante el uso de técnicas de percepción remota y SIG. De esta manera se tendrá el movimiento del río a través del tiempo y la inundación máxima presentada.

Metodología

La metodología usada consiste en tres pasos: registros históricos, análisis de las condiciones del sitio, y aplicación de técnicas de PR a imágenes de satélite y otra información ráster disponible. El registro histórico permite determinar eventos anteriores en la zona de estudio que han provocado cambios en la morfología del río y su planicie. La zona de estudio se caracteriza con base en la información de las cartas temáticas del INEGI (edafología, geomorfología, clima, hidrología, uso de suelo, asentamientos humanos, vegetación y topografía). De esta manera, al conocer las condiciones de la zona de estudio es posible determinar las causas de las variaciones morfológicas

por cambios en el tipo y uso de suelo, modificación del cauce, transformaciones en la vegetación o variaciones en la topografía, y si esas modificaciones fueron naturales o forzadas.

Algunas técnicas empleadas para la obtención de patrones espaciales son: combinación RGB, mejora de resolución (empleando imágenes de alta resolución espectral) y realce como la sustracción de suavizado. Asimismo, se cuenta con índices que permiten delimitar las zonas de inundación mediante variables que consideran la humedad del suelo y la vegetación. Los índices de vegetación, suelo y agua resaltan características que pueden asociarse con zonas húmedas en especial después del paso de un evento hidrometeorológico. Una de las técnicas empleadas para el realce de bordes es mediante el uso de filtros non-directional edge del *software* Erdas (Fig. 1). Con esta técnica se obtiene un mapa que facilita la delimitación de las fronteras de los cuerpos de agua.

Posteriormente, se realiza la sustracción de suavizado para eliminar las frecuencias bajas presentes en la escena dejando únicamente las frecuencias altas que son las que representan los bordes y líneas; con la aplicación de la extracción de suavizado se resaltan: ríos, caminos, carreteras y líneas de contorno de lagos, sembradíos, etc.

Si bien es cierto que esta técnica de suavizado es de gran utilidad para identificar el cauce de los ríos, también existe la posibilidad de que se registre un borde falso o la falta de él, por lo que se deberá revisar el trazado de las zonas con imágenes de satélite de alta resolución con la utilización de ortoimágenes para obtener mayor detalle logrando un trazado óptimo del cauce, así como de la extensión de la inundación.

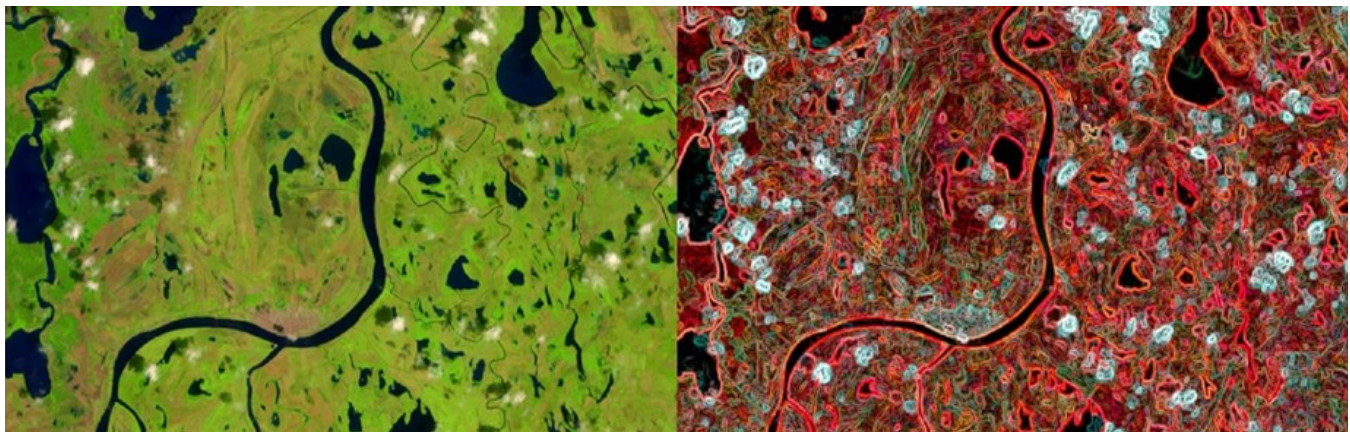


Figura 1. Comparación entre el resultado de la composición de falso color RGB (3,4,5) y el filtro *Non-directional Edge*.

Resultados

Se ha trabajado en diferentes regiones con la finalidad de conocer el dinamismo del río y su planicie de inundación. Algunos ejemplos son:

A. Río Papaloapan (Pineda, 2015), con el fin de proponer acciones para mitigar o eliminar el riesgo de inundación en esta zona como la ocurrida en 2010, se realizaron análisis espacio-temporal identificando los cambios geomorfológicos en el cauce del río y su planicie de inundación. En la Figura 2 se muestran los trazos del río obtenidos para cada imagen analizada, lo que permitió identificar cambios geomorfológicos de los cuales sobresalen seis zonas con modificaciones de mayor magnitud con cambios evidentes en las márgenes y en el eje del río que se pueden asociar a erosión o acreción, ya sea por causas naturales o del hombre. En general, se concluyó que el Río Papaloapan es altamente dinámico, por lo cual, se han presentado cambios constantes a lo largo del tiempo.

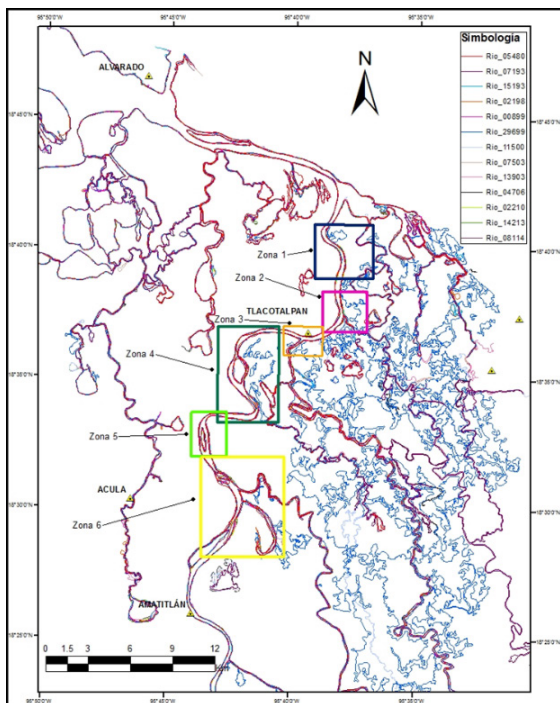


Figura 2. Trazos del Río Papaloapan de 1980 a 2014

B. Río Suchiapa (Mendoza, 2016), el objetivo del estudio fue la obtención de patrones espaciales generados de eventos hidrometeorológicos extremos (inundaciones), para comparar y validar los resultados obtenidos mediante una simulación matemática, empleando un modelo hidrológico de inundaciones, con diferentes tiempos de retorno para la subcuenca del Río Suchiapa. En la figura 3 se observa que los patrones espaciales de humedad corresponden con la forma estrecha del cauce del río, lo que indica que el Suchiapa está entre pendientes pronunciadas en sus dos márgenes.

Durante 1986, 1993, 2002 y 2013 se observaron cambios importantes en el cauce de este río y su dinámica, resultado de procesos hidrometeorológicos y de la evolución geomorfológica del mismo río. La formación de geoformas y cambios en la forma del cauce se presentaron sobre todo en los valles donde la baja pendiente de la cuenca permite mayor libertad de movimientos laterales al río (depósito o erosión), movimientos que ocurren con el paso del tiempo y después de eventos hidrometeorológicos severos.

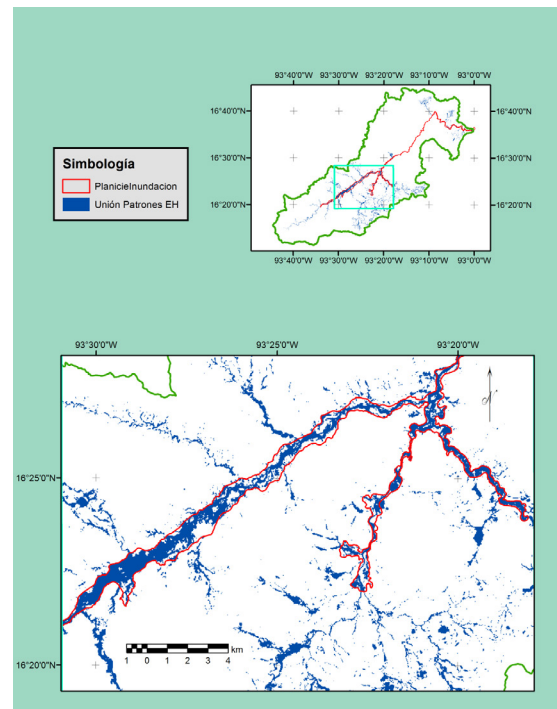


Figura 3. Unión de patrones espaciales de humedad y planicie de inundación

Conclusiones

Actualmente, los datos espaciales son la primera etapa en la integración de la predicción de desastres ya que proveen información de eventos pasados, así como elementos empleados en el modelado de una inundación. Los avances en el desarrollo de metodologías aplicando patrones espaciales han permitido el desarrollo de los mapas de riesgo de inundación, los cuales son una herramienta fundamental para el reconocimiento de formas fluviales (valles, abanicos y meandros, entre otros) así como para la evaluación y gestión de la amenaza de estos eventos. El uso de la percepción remota (PR) y del SIG, permitieron, entre otras cosas, caracterizar las dimensiones del impacto de un evento extraordinario en cualquier tipo de río, así como cuantificar el movimiento del agua e identificar los elementos con riesgo potencial. |

En este proyecto participaron estudiantes de licenciatura y servicio social.

Referencias

1. Benito G. y Houdson P. (2010). Flood hazards: the context of fluvial geomorphology. In I. Alcántara-Ayala, A. Goudie (eds.), *Geomorphological hazards and disaster prevention*, Cambridge University Press, pp.111-128.
2. Blöschl y Grayson (2000). Spatial Observations and Interpolation. En Grayson, R., Blöschl G. *Spatial Patterns in Catchment Hydrology: Observations and Modelling*. Reino Unido, Cambridge University: Cambridge University Press (2001).
3. Clausi, D. A.; Askoy, S.; Tilton, J. C. (2007). Foreward to the Spatial Issue on Pattern Recognition in Remote Sensing. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 45 (2), 217.
4. Grayson, R. y Blöschl G. (2001). *Spatial Patterns in Catchment Hydrology: Observations and Modelling*. Reino Unido, Cambridge University: Cambridge University Press. GRR (2018). *The Global Risks Report 2018, 13th Edition*. World Economic Forum.
5. Hirpa, F. A.; M. Gebremichael y T. M. Over (2010), River flow fluctuation analysis: Effect of watershed area, *Water Resour. Res.*, Vol. 46, W12529.
6. Kochel, R. C. y Baker, V. R. (1982). Paleoflood hydrology, *Science*. pp. 353-361.
7. Mendoza R. (2016). *Uso de patrones espaciales para la validación de un modelo hidrológico de inundaciones. Caso de estudio: Subcuenca del Río Suchiapa*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería, UNAM.
8. Pereira, D. R.; Papa, J. P. (2016). A new approach to contextual learning using interval arithmetic and its application for land use classification. *Pattern Recognit. Lett.*, 83 (13), 188-194. doi: 10.1016/j.patrec.2016.03.020.
9. Pineda D. (2015). *Sistemas fluviales. Evolución y desarrollo del Río Papaloapan*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería, UNAM.
10. Stephens E. M.; P. D. Bates; J. E. Freer y D. C. Mason. The impact of uncertainty in satellite data on the assessment of flood inundation models. *Journal of Hydrology*, 414-415, 2012, pp.162-173.
11. Vertessy, R.; Elsenbeer, H.; Bessard, Y. y Lack, A. (2001). Storm runoff generation at La Cuenca. In R. Grayson and G. Blöschl (Eds.), *Spatial patterns in catchment hydrology*. London: Cambridge University Press. ISBN 0-521-63316-8.

SE INVITA A LA COMUNIDAD
DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA A RECOGER SU

 **INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

CALENDARIO 2020

(BECARIOS PORTAR CREDENCIAL)

Unidad de Promoción y Comunicación
Edificio 1, Fernando Hiriart Balderrama
Solicitar a: Guadalupe de Gante
Horarios: 9:00 a 13:00 y 17:00 a 19:00 h



EFFECTO DEL CAMBIO DE RÉGIMEN DE ESCURRIMIENTO GENERADO POR LA PRESENCIA DE PRESAS EN UNA BIFURCACIÓN

ALEJANDRO MENDOZA,
CHRISTIAN CABALLERO Y MOISÉS BEREZOWSKY

La cuenca del Río Grijalva es una de las más importantes del país considerando su extensión, escurrimiento, poblaciones, y el sistema de cuatro presas que se construyeron sobre el río a partir de la década de los sesenta. Una característica del sistema fluvial es la bifurcación del Río Mezcalapa en los ríos Samaria y Carrizal (Fig. 1a). La bifurcación se encuentra a 70 km de la última presa aguas abajo en el inicio de la zona de planicie de la cuenca, donde se desarrolla una dinámica de depósito de los sedimentos generados en la parte alta, lo que genera los procesos de avulsión, o sea, cuando el río comienza a abandonar su cauce original para tomar otro camino creando una bifurcación que permanece desde algunas décadas hasta cientos de años.

El sistema de presas cubre aproximadamente 70% del área de la cuenca y corresponde a la parte alta de la misma, la cual

genera la mayor parte de los sedimentos. La construcción de las presas modificó el comportamiento morfológico en la zona de planicie y una de las posibles consecuencias de esto se ve reflejado en la irregularidad de la distribución del caudal a través de los ramales de la bifurcación (ver Fig. 1b); en esta imagen se observa que la distribución del flujo oscila desde 1965 y no ha alcanzado un patrón de estabilidad; cabe hacer notar que los cambios producidos a partir de la década de los dosmil pueden atribuirse a obras construidas para controlar la distribución de caudal, pero antes de esas fechas no es claro qué está detrás de la dinámica de cambio que se presenta.

Como parte de una investigación en proceso, se hace un breve análisis del efecto que tienen las presas en la distribución del escurrimiento en una bifurcación considerando el cambio de la forma del hidrograma medio anual y el aporte de sedimentos. Se realiza una abstracción a través de un modelo de flujo bidimensional con transporte de sedimentos y evolución del fondo en una bifurcación artificial simétrica que conserva la relación de longitudes de los ramales presentes en la bifurcación real (distancias en la Fig. 1a).

El cambio de régimen de escurrimiento en el Río Mezcalapa caracterizado por el hidrograma promedio anual se obtiene a partir de la estación ubicada aguas arriba de la bifurcación; se consideran dos periodos característicos, el primero antes de 1966 y el segundo de 1967 en adelante, esto corresponde a la puesta en operación de la Presa Chicoasén. El cambio del patrón de escurrimiento se muestra en la Fig. 2a y se ha normalizado por

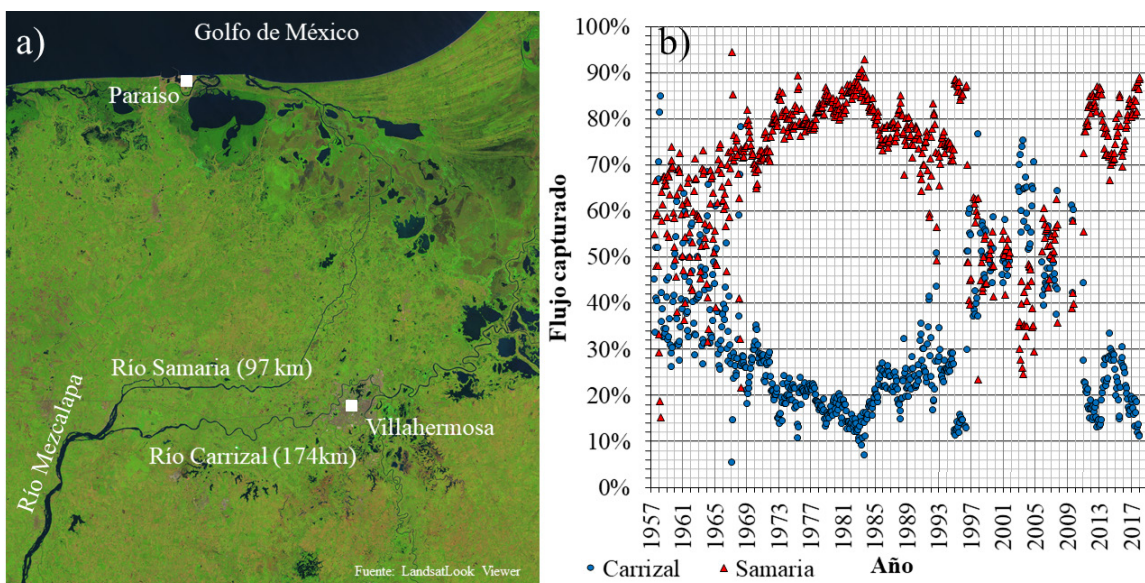


Figura 1. a) Bifurcación del Río Mezcalapa en los ríos Samaria y Carrizal. Se indica en paréntesis la distancia desde la bifurcación hasta el mar de cada ramal. b) Distribución promedio mensual del caudal en la bifurcación desde finales de la década de los cincuenta

el gasto promedio mensual (Q/Q_{medio}); en dicha figura, HA se refiere al hidrograma promedio anual desarrollado en el Río Mezcalapa antes de las presas; HD se refiere al hidrograma promedio anual después de la construcción de las presas. Se observa que las presas regulan considerablemente el régimen de escurrimiento anual. En lo que se refiere a los sedimentos, los datos recopilados de la estación hidrométrica indican una reducción en el transporte alrededor de 90% en las dos primeras décadas de puesta en operación de las presas.

A raíz de la construcción de las cuatro presas, aguas arriba, se modificaron tanto el régimen de escurrimiento como el aporte de sedimentos, el régimen se reguló y en el caso de los sedimentos disminuyó su aporte al quedar atrapados en las presas.

Para determinar el efecto en la distribución del flujo en los ramales, se planteó un modelo basado en una geometría artificial con canales del mismo ancho y que se bifurcan de forma simétrica, donde un ramal es más largo que el otro (Fig. 3). Los tres escenarios simulados son: HACS, correspondiente al hidrograma antes de la construcción de las presas con aporte de sedimento en el cauce principal; HASS, correspondiente al hidrograma antes de la construcción de las presas, pero sin sedimento en la entrada del cauce principal; la tercera condición es HDSS, correspondiente al hidrograma desarrollado después de la construcción de las presas sin sedimento en la entrada. La simulación de los tres escenarios se extiende por un periodo equivalente a cinco años.

Para todos los casos analizados, como indica la teoría de bifurcaciones de ríos en condiciones de simetría, el ramal largo disminuye su capacidad para atrapar flujo conforme avanza el tiempo debido a que tiene menor gradiente hidráulico. Lo que se describe aquí es la dinámica en cada escenario durante el proceso de simulación. El primer efecto analizado es el cambio de aporte de sedimentos, para ello se comparan los escenarios HACS contra HASS:

- 1) El porcentaje del flujo capturado por el ramal largo decae más rápido para el caso HASS (Fig. 2c), la misma dinámica es seguida por el sedimento (Fig. 2e).
- 2) Se presenta un proceso de sedimentación en ambos ramales para el escenario HACS (Figs. 2g, h), mientras que para el escenario HASS, el ramal corto se erosiona y el ramal largo desarrolla un equilibrio marginal del fondo.
- 3) En el caso HASS el tirante disminuye en el ramal largo (Figs. 2i), lo que se explica por el proceso de sedimentación descrito en el punto anterior.

El segundo efecto analizado es el cambio de régimen de flujo, considerando que el transporte de sedimentos en la entrada es cero, es decir, se contrastan los casos HASS (hidrograma antes de la construcción de las presas) y HDSS (hidrograma después de la construcción de las presas):

- 1) El caudal que deriva por el ramal largo disminuye de forma consistente a lo largo de la simulación, pero el escenario HDSS lo hace de forma más pronunciada (Fig. 2c); lo mismo ocurre con la capacidad de transporte de sedimentos (Fig. 2e), donde, el escenario HDSS se reduce a casi cero al final de la simulación.
- 2) En ambos escenarios la profundidad del agua disminuye para el ramal largo (Fig. 2i), mientras que crece para el ramal corto (Fig. 2j).
- 3) En ambos casos el ramal corto desarrolla un proceso de erosión constante (Fig. 2h), mientras que en el largo hay erosión al inicio y después se mantiene estable.
- 4) La capacidad combinada de ambos ramales de transporte de sedimentos disminuye con el tiempo en ambos escenarios, sin embargo, la capacidad de transporte en el caso HDSS es significativamente menor que para HASS.

Conclusiones

La distribución de caudal en la bifurcación del Río Mezcalapa ha variado desde mediados de la década de los sesenta. Aquí se presentó un breve estudio basado en simulaciones numéricas en las que se calcula la hidrodinámica, el transporte de sedimentos y evolución del fondo de una bifurcación artificial simétrica; con un ramal más largo que el otro para asemejar el escenario de la bifurcación del Río Mezcalapa, donde se analiza el efecto de hidrograma medio anual antes y después de la construcción de las presas y el efecto de la retención de sedimentos producido por las presas. Se encontró que el hidrograma medio anual desarrollado después de la construcción de las presas, que es más uniforme, disminuye significativamente la capacidad para capturar flujo en el ramal largo (Río Carrizal), lo que se asemeja al comportamiento observado entre finales de la década de los sesenta y principios de los ochenta (Fig. 1b). Como es de esperarse, el efecto de retención de sedimentos en las presas degrada el fondo en los canales; sin embargo, la tasa de erosión en el canal corto (Río Samaria) es más significativa respecto a la del canal largo, lo que le da mayor capacidad hidráulica, en consecuencia, mayor capacidad para capturar flujo. El canal largo llega a un estado en el cual el escaso flujo capturado carece de capacidad para transportar sedimento suficiente para que se presente la evolución del fondo. |

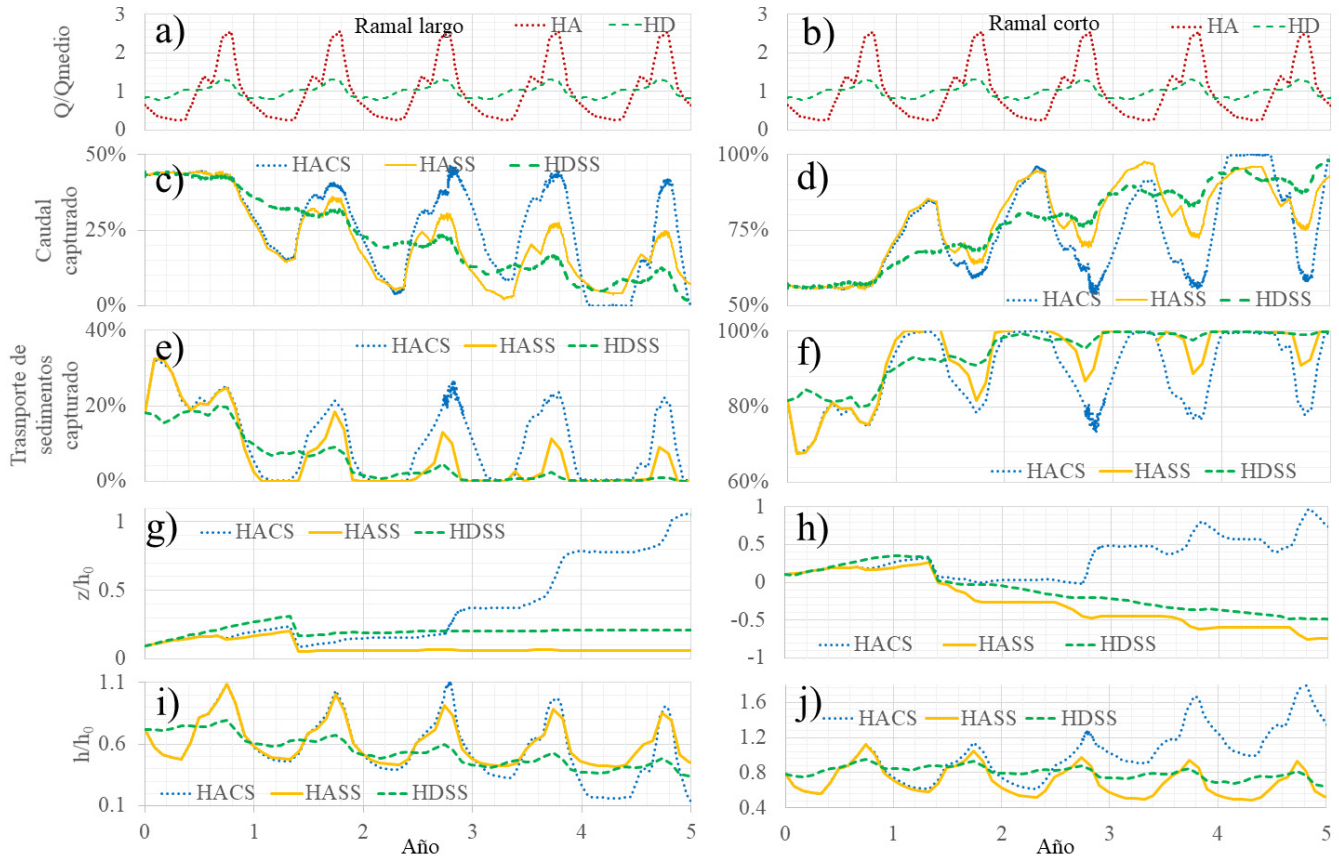


Figura 2. Resultados obtenidos de las simulaciones, evolución del fondo, distribución de flujo y sedimento en los ramales corto y largo, donde HA y HD corresponden a los hidrogramas antes y después de las presas, respectivamente. Las simulaciones **CS y **SS son casos con y sin transporte de sedimentos en la entrada, respectivamente

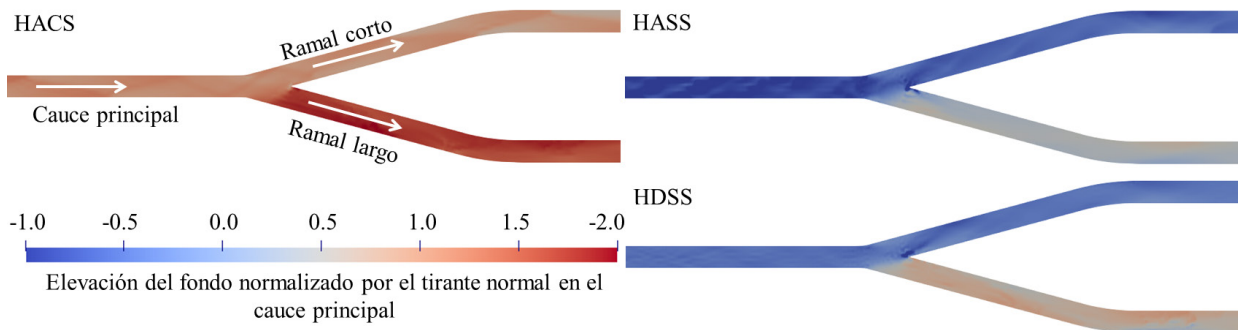


Figura 3. Configuración del fondo desarrollada para los tres escenarios, al final de las simulaciones. Acercamiento a la zona de la bifurcación

LOS RETOS EN EL MANEJO COSTERO PARA INTEGRAR LAS ENERGÍAS OCEÁNICAS

DRA. ANGÉLICA FELIX DELGADO Y
BIOL. GRACIELA RIVERA CAMACHO

A lo largo de la historia de México, la zona costera siempre se ha considerado un lugar donde el nivel de vida es más alto y donde es posible alcanzar grandes desarrollos económicos. Lo anterior debido a que contamos con gran variedad de tipos de costa que han permitido el desarrollo portuario, turístico, pesquero y petrolero, por mencionar sólo los más importantes económicamente. Sin embargo, el uso desvinculado de la costa como un sistema socioambiental, ha llevado a grandes problemas de degradación ambiental y social dentro de estas áreas. Desde los años setenta existe la preocupación a nivel internacional por generar desarrollos sostenibles en la zona costera, México en particular, aunque se unió a diferentes tratados internacionales, es hasta finales de los ochenta y principios de los noventa donde se observa la creación de diferentes secretarías y leyes enfocadas a la protección y mejora ambiental.

Como parte de este movimiento internacional por la protección del ambiente, se creó la Agenda de Desarrollo 2030 (ONU,

<http://www.onu.org.mx/agenda-2030/>), donde el Objetivo 7 es *Energía asequible y no contaminante*, es decir, por un lado la generación energética a través de energías limpias o renovables, que conlleve dentro de sus resultados la reducción de gases de efecto invernadero; y en segundo lugar, que la energía sea alcanzable para toda la población. México cuenta con zonas que no están conectadas a la red eléctrica, y no sólo eso, también con pequeñas poblaciones donde la obtención de energía se realiza de forma muy contaminante. En diferentes partes del mundo se ha desarrollado investigación enfocada a la creación de este tipo de energía procedente de fuentes renovables como son la energía solar, eólica, geotérmica, biológica y oceánica. Los desarrollos más importantes que han alcanzado producciones energéticas viables en costo-beneficio, son la energía solar y eólica. En particular, nuestro interés se centra en la energía marina por la interacción que tendrá con la zona costera. La energía oceánica alrededor del mundo se encuentra en muchos casos en proceso de investigación, esto debido a que existe un gran número de dispositivos para su extracción, a diferencia de la energía eólica (molinos de viento) y solar (paneles solares), que son líderes en inversión de energías renovables (Figura 1). En general, se definen cinco tipos de energía posibles a extraer del océano, energía del oleaje, por corrientes (oceánicas o inducidas por marea), rango de mareas y los gradientes de temperatura y salinidad (Figura 2). Sin embargo, es importante mencionar que los nuevos y futuros desarrollos en cuestión de energía eólica se darán en el océano (Figura 3).

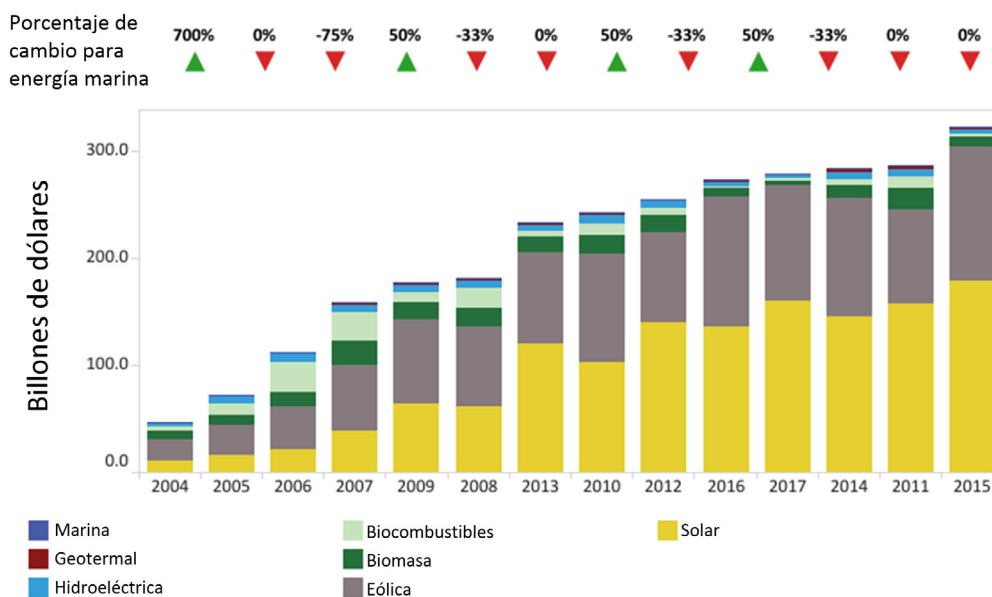


Figura 1. Montos de inversión en las diferentes energías renovables

(fuente, <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Finance-and-Investment/Investment-Trends>)

COORDINACIÓN DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

Por otro lado, toda la investigación realizada alrededor de los potenciales teóricos que pueden obtenerse de este tipo de energías, ha demostrado el gran potencial energético que existe en los océanos, los resultados van de un par de miles a millones de TW/h en generación anual. Por supuesto, este tipo de resultados ha creado gran interés en la generación de energía por estos medios. Sin embargo, es importante hablar de materia ambiental y hasta dónde un ecosistema oceánico y costero es capaz de ser resiliente a la extracción de este tipo de energías. Es aquí donde el manejo de la zona costera toma gran importancia, ya que éste puede ser el instrumento que permita al gobierno y los diferentes involucrados en el sector energético y ambiental conseguir que la generación de energías por este medio sea limpia.

El interés del gobierno mexicano por la extracción de energías renovables queda expuesto en 2012 con la publicación de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el

Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), cuyo objetivo principal es “establecer metas de participación de las energías renovables en la generación de electricidad”. A finales de 2012, el gobierno de la República anuncia la decisión de aumentar la asignación de recursos públicos y privados para la investigación, desarrollo e innovación de energías renovables, para responder a necesidades reales y urgentes del país. Dicha iniciativa permitió la creación de asociaciones entre la industria, los investigadores y el gobierno, en la búsqueda de facilitar el proceso de desarrollo. Finalmente, en 2015 se abroga la ley LAERFTE y se decreta la Ley de Transición Energética (LTE) que retoma la importancia de establecer *metas a fin de que el consumo de energía eléctrica se satisfaga mediante un portafolio de alternativas que incluyan a la eficiencia energética a través de estas metas, la Secretaría de Energía (SENER) promoverá la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias ...* Por otro lado, la Ley General de Cambio Climático

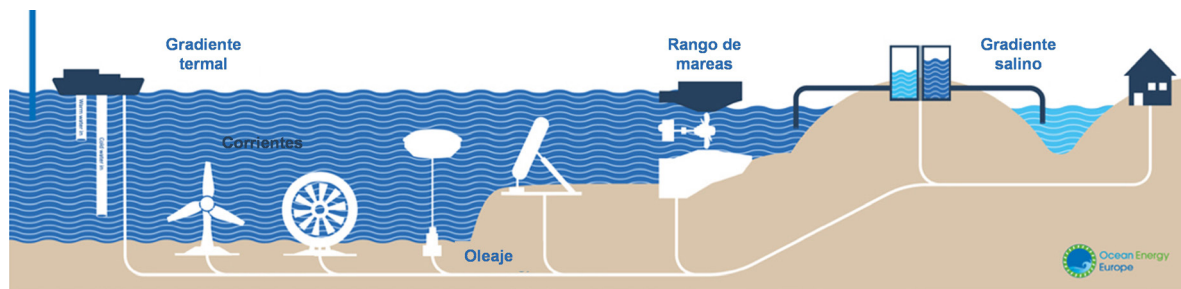


Figura 2. Energías oceánicas consideradas como renovables (modificada de Ocean Energy Europe)



Figura 3. Parque eólico London Array, con una potencia instalada de 630 MW (fotografía tomada de <http://www.londonarray.com>)

menciona que para el año 2020 la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en coordinación con la Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía deberán tener constituido un sistema de incentivos que promuevan y permitan hacer rentables la generación de electricidad a través de energías renovables. Otras leyes asociadas a la generación de renovables son, la Ley de la Industria Eléctrica, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y la Ley de la Comisión Federal de Electricidad, todas ellas enfocadas a suministrar electricidad proveniente de renovables, para satisfacer las necesidades energéticas básicas para todos los sectores de la población, actuando con responsabilidad social y ambiental.

Aunque existe gran número de leyes y reglamentos enfocados a la extracción de energías renovables, de forma sostenible social y ambiental, existe gran incertidumbre sobre los impactos que los dispositivos de generación puedan generar en el ambiente circundante. En el caso de las energías oceánicas, existen estudios alrededor del mundo, todos ellos realizados con las pruebas de prototipos a escala 1:1. Los factores más estudiados para definir los posibles impactos generados por la extracción de energía del océano son: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila, nutrientes y materia orgánica; dichos factores deben ser monitoreados de manera continua, recabando información sobre el estado del sistema antes del establecimiento, durante la construcción y en el periodo de operación para identificar los cambios a lo largo del proyecto.

Además de los factores abióticos, también es imprescindible contar con inventarios de la fauna local que permitan visualizar los cambios en la biota terrestre y acuática, estos

conteos deben ser también continuos. La información antes mencionada permitirá definir si existe merma poblacional, ausencia de especies claves, cambio en la estructura poblacional, colonización de estructuras artificiales, etc., con ello, observar si existe amenaza a la fauna local. Uno de los temas relevantes dentro de los posibles impactos negativos de estas tecnologías es principalmente por los mamíferos marinos que pueden representar un punto crucial en la toma de decisiones de estos proyectos, en especial los cetáceos por su estatus de especies banderas, utilizadas como símbolo para atraer aportaciones públicas o gubernamentales para programas de conservación.

Por último, el eje socioeconómico ha sido poco estudiado alrededor del mundo, sin embargo, los desarrollos costeros a lo largo de la historia han demostrado la importancia de que la población que los sustente sean parte del proyecto para su buen fin.

En general, la información es fundamental para poder generar las bases que permitan desarrollar herramientas adecuadas para disminuir la incertidumbre social y ambiental alrededor de este tipo de proyectos, que son primordiales para el crecimiento del país y necesarios para el cumplimiento de tratados internacionales.

Así pues, el principal reto de los especialistas en manejo costero integral, es generar las normas o leyes que permitan regular el impacto ambiental. Para ello, es imprescindible añadir a los desarrollos energéticos el monitoreo de parámetros bióticos y abióticos a través de los cuales se de la creación de los fundamentos para la regulación del impacto ambiental en nuestra nación, de manera tal, que sea posible la modificación futura en caso de ser necesario. |

RECONOCIMIENTOS

RECONOCIMIENTO

DR. RAYMUNDO RIVERA VILLARREAL 2019

El Dr Sergio Alcocer Martínez de Castro recibió el Reconocimiento Dr. Raymundo Rivera Villarreal 2019, otorgado por el American Concrete Institute (ACI), Capítulo Noreste, México, a quienes han contribuido a la enseñanza, la difusión e investigación del concreto, tanto en el sector público como en el privado. La ceremonia

tuvo lugar en la Ciudad de Monterrey N.L. y fue el Ing. José Lozano Ruy Sánchez, presidente del Capítulo ACI Noreste, México, y el Dr. Ricardo González Alcorta, director de la Facultad de Ingeniería Civil-UAN quienes hicieron la entrega del reconocimiento. ¡Enhorabuena! |

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MÉXICO: PREMIOS MARIANO HERNÁNDEZ A LA INVESTIGACIÓN, BARRENECHEA A LA DOCENCIA, NABOR CARRILLO FLORES, JOSÉ A. CUEVAS Y MIGUEL A. URQUIJO

Nuestra más amplia felicitación al M. en I. Víctor Franco quien recibió el Premio de Ingeniería Civil Mariano Hernández Barrenechea a la docencia, así como al Dr. Ramón Domínguez Mora, quien se hizo acreedor al Premio Nabor Carrillo Flores a la Investigación.

Estos Premios son instituidos por el Colegio de Ingenieros Civiles de México, con el propósito de reconocer el esfuerzo y talento de aquellos ingenieros civiles que, por su conducta y trayectoria vital singularmente ejemplar, actos u obras valiosas o relevantes, realizados en beneficio de la sociedad o del país, lograron dar mayor realce a la Ingeniería Civil en México.

También nos da mucho gusto que miembros del personal académico de esta dependencia resultaran galardonados con los premios José A. Cuevas y Miguel A. Urquijo por los dos mejores Artículos Técnicos de 2017 y 2018. Este premio tiene

el propósito de reconocer el esfuerzo y el talento de aquellos Ingenieros Civiles que, por sus artículos técnicos valiosos o relevantes, realizados en beneficio de la sociedad o del país, lograron dar mayor realce a la Ingeniería Civil en México.

Premio “José A. Cuevas” al Mejor Artículo Técnico de 2017
Artículo: “Beaver of low-rise, Steel fiber-reinforced concrete thin walls under shake table excitations” Autoría conjunta: Dr. Julián Carrillo, Dr. José Antonio Pincheira y Dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro.

Premio “Miguel A. Urquijo” al Mejor Artículo Técnico de 2017
Artículo: “Coastal risk mitigation by green infrastructure in Latin America”. Autoría conjunta: Dr. Rodolfo Silva Casarín, Dra. Debora Lithgow, Dra. Luciana S. Estévez, Dra. María Luisa Martínez, Dra. Patricia Moreno Casasola, Dr. Adolfo Campos Cascaredo, Dr. Raúl Martell, Dr. Pedro Pereira, Dr. Edgar Gerardo Mendoza Baldwin, Dr. Patricio Winckler Grez, Dr. Andrés F. Osorio, Dr. Juan D. Osorio-Cano y Dr. Germán Daniel Rivillas.

Premio “José A. Cuevas” al Mejor Artículo Técnico de 2018
Artículo “An Analytical solution for the Bayesian estimation of ground motion from macroseismic intensity data” Autoría conjunta: Dr. Mario Gustavo Ordaz Schroeder, Dra. Emilia Fiorini, Dr. Paolo Bazzurro.

Premio “Miguel A. Urquijo” al Mejor Artículo Técnico de 2018
Artículo “Investigation of the combined effect of air pockets and air bubbles on fluid transients”. Autor: Dr. Óscar Pozos Estrada.

¡Enhorabuena! |



MEDALLA ING. MANUEL FRANCO LÓPEZ

Karina Guadalupe González Moreno recibió la Medalla y Diploma Ing. Manuel Franco López como la mejor alumna de su generación con 9.89 de promedio, de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Karina Guadalupe cursó la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, realizó el servicio social bajo la dirección del Ing. Valente Vázquez Tamayo, académico del Instituto de Ingeniería, y colaboró en diversos proyectos de la dependencia de 2017 a 2019, principalmente en el Desarrollo de sistemas electrónicos para medición, control y automatización; Diseño de programas para dispositivos móviles; Mantenimiento de sistemas electrónicos en la Investigación de tecnologías aplicables a sistemas de desalación con energías renovables; así como en la elaboración de informes. |

GUSTAVO AYALA MILIÁN 50 AÑOS DE LABOR ACADÉMICA

El Simposio Internacional Modelación Numérica en las Ingenierías Estructural y Sísmica se llevó a cabo con dos propósitos: compartir los conocimientos y las experiencias concentradas en este campo de la ciencia y conmemorar los 50 años de labor académica del Dr. Gustavo Ayala como profesor e investigador.

El Simposio contó con la presencia de expertos internacionales de México y de varios países entre los que podemos mencionar a Luis Esteva Maraboto, Miguel Jesús Bairán, Rolando Salgado Estrada, Khalid Mosalam, Raúl Jean Perrilliat, Humberto Varum, Gelacio Juárez Luna, Michel Fardis, Javier Oliver, Luis E. Fernández Baquiro, Matej Fischinger, Francisco Sánchez Sesma, Thomas D. O'Rourke, Carlo Paulotto, Mario Gómez Mejía y José Manuel Jara.

Por su parte, el Dr Luis Esteva Maraboto felicitó al Dr. Ayala por su trabajo llevado a cabo en relación al tema de la

respuesta de infraestructura y sobre todo por el interés que ha demostrado para que se lleve a la práctica, lo cual aportaría muchos conocimientos a las personas interesadas en el tema. También Khalid Mosalam, director del Centro Sismológico más grande del mundo, comentó que conoce al Dr. Ayala por más de 25 años, en ese entonces, era un estudiante y lo consideraba su mentor; "Ayala Milián estaba tomando un año sabático en la Universidad de Cornell y lo que empezó como una relación de estudiante-profesor se convirtió en una amistad muy cercana, continuamos trabajado, asesoramos estudiantes y tenemos propuestas juntos. Estoy muy feliz por él, por el trabajo que ha realizado y espero ver sus próximos 50 años, sé que tiene mucha energía y buenas ideas".

Miguel Jesús Bairan, afirmó que la carrera del Dr. Ayala a lo largo de estos 50 años como docente e investigador ha sido muy productiva, tanto que sus discípulos y colegas estamos muy contentos de compartir este momento de su vida –concluyó–. |



4º CONGRESO DE INGENIERÍA, CIENCIA Y GESTIÓN AMBIENTAL

Cuando uno llega a ocupar un puesto en el gobierno y habiendo sido investigadora de la UNAM no puede uno olvidar de dónde viene –con estas palabras inició Sheinbaum Pardo la presentación del Programa ambiental y el cambio climático para la CDMX 2019-2024 durante la inauguración del 4º Congreso de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental el pasado 28 de octubre–.

El Programa plantea siete ejes de acción: saneamiento de ríos y cuerpos de agua; revegetación; manejo sustentable del agua; Basura Cero; movilidad integrada y sustentable; calidad del aire y cambio climático; y ciudad solar. Para entender la causa de estos problemas, atenderlos y solucionarlos, se está trabajando de la mano con el Instituto de Ingeniería, varios de sus académicos ahora colaboran en el Gobierno de la Ciudad. Todavía tenemos –afirmó la mandataria– de 15 a 20% de habitantes que no reciben agua todos los días, sobre-explotamos el acuífero y la Ciudad se está hundiendo. Otro problema es el de la basura, próximamente se lanzará un concurso público internacional para que empresas propongan ideas para reutilizar los residuos sólidos que producen los habitantes de esta ciudad sin que esto represente un costo para la administración pública.

Claudia Sheinbaum mencionó que “el carbón mineral es el mayor contaminante de efecto invernadero y provoca el cambio climático global, pero si se hace con basura orgánica, con fuentes renovables no tendría impacto en el



cambio climático. En este proyecto también participará el Instituto de Ingeniería de la UNAM, cuyo personal trabaja en una tecnología para transformar residuos orgánicos en pellets de carbón vegetal para utilizarlos en la planta de carbón de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La intención es trabajar dos años y en el tercer año asociarse con una empresa privada o con el propio Gobierno Federal para hacer comercial esta tecnología. El Gobierno de la Ciudad de México obtuvo 300 millones de pesos de un fondo de sostenibilidad de la Secretaría de Energía (SENER) para trabajar en esta innovadora tecnología.

Posteriormente, la jefa de gobierno declaró formalmente inaugurado el 4º Congreso de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental, organizado por la Dra. Patricia Güereca, investigadora del IIUNAM y presidenta de AMICA. |

EL PROBLEMA DEL SARGAZO

El Seminario Expedición SarGo explorando el nuevo mar de los sargazos, donde participaron como ponentes: Izchel Gómez, Marta García y Verónica Monroy, por parte del CEMIE Océano; Brigitta Van Tussenbroek del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y Rodolfo Silva del IIUNAM, fue de gran interés pues es un tema que está afectando las costas de nuestro país.

En entrevista la Dra. Van Tussenbroek comentó que, en México, hay más de veinte especies de Sargassum en el Pacífico y Atlántico. Sin embargo, son dos especies de macroalgas pardas o cafés holopelágicas; Sargassum Fluitans y

Sargassum Natans, las que han invadido la Riviera Maya son del tipo de macroalgas que pasan todo su ciclo de vida en la superficie del mar, lo que es poco común, ya que generalmente las algas crecen pegadas al fondo y pocas son las que se desprenden y flotan en la superficie del mar por un periodo de hasta varios meses.

Existen dos zonas donde se encuentra Sargassum: la más antigua es la que se conoce como el Mar de Sargazos en el área del Triángulo de las Bermudas ubicada en el Atlántico Oeste subtropical; se remonta a los tiempos en que las barcas españolas se acercaron a las costas de las Américas, quedando sin movimiento por falta de viento y por las masas de algas en la superficie del mar. La segunda es la Región de Recirculación Norecuatorial - NERR (North Equatorial Recirculation Region) área tropical arriba de Ecuador entre Brasil y África, donde no se habían registrados grandes masas flotantes de estas algas hasta antes de 2011.

Según estudios realizados, las dos especies de *Sargassum* (*Fluitans* y *Natans*) se reproducen por fragmentación, donde cada fragmento sigue creciendo; a este tipo de reproducción se le llama clonal y podrá duplicar su biomasa en 18 días en condiciones costeras normales del Caribe mexicano. En este momento, hay un esfuerzo internacional para estudiar la genética poblacional de estas especies y conocer si también tienen reproducción sexual.

Para saber qué factores han influido para la reproducción masiva de estas especies, se están estudiando tanto las condiciones de la Región de Recirculación Norecuatorial como las del Caribe. Todavía no sabemos la causa del florecimiento del *Sargassum* en esta zona, pero es muy probable, que a lo largo de las últimas décadas los factores ambientales se hicieron favorables para su crecimiento. En especial el incremento de temperatura y de nutrientes, tales como Nitrógeno, Hierro y Fósforo.

A causa del cambio climático las corrientes y vientos están cambiando, no se puede descartar que en un futuro el Mar de los Sargazos en el Triángulo de las Bermudas y el NERR lleguen a estar conectadas de forma más regular, lo que formaría un mar de sargazo cubriendo una superficie enorme del océano, lo que no es un escenario muy alentador.

Es verdad que, antes del arribo del *Sargassum* había cambios en los ecosistemas a causa de la contaminación del manto acuífero. Sin embargo, cuando *Sargassum* arriba a las costas, su aporte de nutrientes puede ser hasta cien veces mayor que el aporte por medio de agua contaminada del manto acuífero, sin considerar la materia orgánica. Esto está causando mortalidad de flora y fauna cercana a la costa donde sus concentraciones son elevadas, pero los nutrientes y materia orgánica llegan hasta después de la barrera de arrecife.

Desafortunadamente, no contamos con un inventario exhaustivo de especies de mesofauna en nuestros ecosistemas costeros, por lo que es difícil evaluar la introducción de nuevas especies. Con la invasión del sargazo se presenta la pérdida de calidad del agua, esto afecta a los corales, pues los hace más susceptibles a enfermedades, tales como el síndrome blanco que en algunas barreras de arrecifes del Caribe ha causado una mortalidad entre 30 y 50% de las colonias de corales de 2018 hasta la fecha.

En cuanto al estado actual de conservación del ecosistema marino post-invasión del sargazo, podemos decir que es deplorable, que de no tomarse acciones pronto, los cambios que ya estamos viendo serán permanentes, sin posibilidades de recuperación a corto plazo (p. e. dentro de 50 años).

Es necesario aclarar que *Sargassum Natans* y *S. Fluitans* no son especies invasoras, porque son nativas. Una especie invasora es no-nativa cuando afecta a poblaciones de especies locales de forma significativa. Estamos viendo un florecimiento algal



de dos especies nativas del Caribe. Estas dos especies tienen cierto potencial para comercialización, como biogás, alimento de ganado, extracción de compuestos de más alto valor como fucoidano o alginatos.

Para mitigar el problema del sargazo, éste se debe recolectar en el mar, sólo permitiendo la llegada de pequeñas cantidades a las costas. Una vez llegada a la costa, el daño sobre los ecosistemas marinos ya está hecho. Se pueden utilizar barcos especializados y en algunos casos barreras para este fin. Se debe depositar en sitios acondicionados que evitan que lixiviados de *Sargassum* lleguen al manto acuífero. Preferentemente, se debe procesar *Sargassum* para: 1) compensar (aunque sea parcialmente) los gastos de recolecta, 2) vaciar los sitios de depósito, ya que es imposible seguir acondicionando sitios cada vez que recibimos cantidades masivas de *Sargassum*, y 3) generar una industria de procesamiento de *Sargassum* en el Estado de Quintana Roo. La manera más efectiva para enfrentar este problema es el control natural, ya que, en el Mar de Sargazos original, las masas desaparecen parcialmente por bajas temperaturas y tormentas; las otras opciones no son sencillas, porque es un problema complejo y costoso. Se requiere mucha coordinación para un plan integral, con recursos financieros para crear el conocimiento y la infraestructura necesaria para manejar las afluencias masivas.

Los usos alternos que se le están dando al sargazo, aunque en pequeña escala, son: material de construcción (tipo adobe) para casas, composta para plantas, suplemento de comida para ganado y pollos, así como una planta piloto de alginatos y bioplásticos.

Un punto importante para mitigar la invasión y el problema en los ecosistemas es generar conciencia sobre el valor de los servicios que nos proporcionan los ecosistemas, los que deben ser incorporados a los modelos económicos para utilizar los recursos de manera sostenible sin sobreexplotar los mismos.

Falta investigación en el tema del *Sargassum* para evitar su reproducción exagerada y para utilizarlo de la mejor manera –concluyó Brigitta Van Tussenbroek-. |

MICROFASCINANTES

Acercar a niños y jóvenes a la microtecnología es el objetivo del proyecto Microfascinantes en el que están trabajando la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI) con el Instituto de Ingeniería (IIUNAM).

Se pretende que la comunidad en general pierda el miedo a la microtecnología, creando pequeños dispositivos de poco peso con tecnología eficaz, a través de cuatro talleres que se imparten en los Puntos de Innovación, Libertad, Arte, Educación y Saber mejor conocidos como PILARES ubicados en zonas marginadas donde tiene acceso el público en general. La fase piloto inició el 11 de noviembre y concluirá el 29 del mismo mes.

Microfascinantes es un proyecto para divulgar la ciencia, para interesar a niños y jóvenes en formar parte de la próxima generación de nuevos microtecnólogos. Los responsables de este proyecto son los doctores Luis Álvarez Icaza y Laura Oropeza, ambos de la UNAM. Durante la fase piloto, el IIUNAM proporcionará los materiales para cada taller, sin embargo, cuando estos talleres se impartan en las escuelas primarias y secundarias, será la SECTEI quien se encargará del material por completo.

Los talleres que integran este proyecto son: a) Microfluídica, b) Micromundo, c) Microplomera y d) Tatuajes inteligentes. El primero, Microfluídica o papelito habla, coordinado por Óscar

Pilloni, consiste en usar estructuras hidrofóbicas y biomarcadores para formar, utilizando la papiroflexia, un dispositivo sencillo pero capaz de determinar si en una muestra de agua hay algún contaminante. El segundo taller es el de Micromundo, bajo la dirección de Aldo Romero, son capaces de armar su propio microscopio a través del cual se pueden observar cortes de cebolla, plantas o alas de insectos. En el tercer taller, Microplomera, a cargo de Josué Ramírez, se diseña un dispositivo de tamaño de la palma de nuestra mano que funciona como un laboratorio de análisis clínicos, donde utilizando piezas de lego se puede conocer que tan ácido es el pH del chile piquín o de un huevo crudo. El último de los talleres es el de Tatuajes inteligentes, y le corresponde a Roberto Ramírez guiar a los interesados en el desarrollo de un circuito eléctrico en una hoja de papel bond, programar un sensor inalámbrico para crear un tatuaje que se pueda adherir a la piel con información personal de cada uno de los participantes.

Microfascinantes está en Facebook e Instagram, en www.microfascinantes.iingen.unam.mx; aquí se puede consultar el material didáctico del proyecto. La información se encuentra disponible para todo el que desee capacitarse con estas herramientas y reproducirlas. |



PATENTE MX/a/2018/009071

Inventores:

Roxana Joycie Reyna Vielma,
Rodrigo Rojas Hernández
y Miguel Rodríguez González

SISTEMA PORTÁTIL PARA ADQUISICIÓN DE DATOS SÍSMICOS EN DISPOSICIÓN CONCÉNTRICA

La solicitud de patente **MX/a/2018/09071 SISTEMA PORTÁTIL PARA ADQUISICIÓN DE DATOS SÍSMICOS EN DISPOSICIÓN CONCÉNTRICA**, fue presentada al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) el 12 de abril de 2018.

La invención se refiere a un sistema portátil de adquisición de datos sísmicos en disposición concéntrica que comprende un marco de soporte donde se instala una pluralidad de geófonos verticales; dicho marco de soporte presenta un acoplamiento abisagrado con un extremo inferior de un brazo de soporte; dicho brazo de soporte presenta por un extremo superior un acoplamiento abisagrado con medio de despliegue, dicho medio de despliegue presenta una posición extendida donde el marco de soporte se encuentra en una posición de trabajo en contacto con el suelo y una posición plegada, donde el marco de soporte se encuentra en una posición inactiva, a una altura por encima del suelo. |



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM



UNIDAD
DE PATENTES
Y TRANSFERENCIA
DE TECNOLOGÍA

Informes sobre licenciamiento

MGT. Rodrigo Arturo Cárdenas y Espinosa

RCardenasE@iingen.unam.mx

M en I. Margarita Moctezuma Riubi

mmr@pumas.ii.unam.mx

HABER / A VER

De acuerdo con la Real Academia Española, a pesar de que estos términos se pronuncian igual es importante que a la hora de redactar un texto se tomen en cuenta las diferencias que existen entre ellos.

HABER

Usos	Ejemplos
Se utiliza como verbo auxiliar: haber + participio	<ul style="list-style-type: none"> El profesor no tenía que haber insultado a su alumno. Debe haber escuchado la mala noticia.
Como infinitivo del verbo impersonal	<ul style="list-style-type: none"> Parece haber un conflicto en casa. Debe haber mucho trabajo en la oficina.
Como sustantivo refiriéndose al dinero o bienes de una persona	<ul style="list-style-type: none"> Tiene dos autos en su haber.

A VER

Usos	Ejemplos
Se compone de la preposición a + infinitivo del verbo ver	<ul style="list-style-type: none"> Los jóvenes fueron a ver el nuevo edificio. Los maestros fueron a ver qué ocurría en el labora-
En preguntas para ver o confirmar algo	<ul style="list-style-type: none"> Mira el arcoíris. - ¿A ver? Mira mi vestido nuevo. - ¿A ver?
Manifiesta interés por alguna situación (seguida de una interrogativa indirecta)	<ul style="list-style-type: none"> A ver cuándo vienes a casa A ver quién gana las elecciones
Para atraer el interés de alguien o algo	<ul style="list-style-type: none"> A ver, ¿hiciste la tarea? A ver, ¿cuándo vas a limpiar tu cuarto?
Se emplea como sinónimo de claro o naturalmente	<ul style="list-style-type: none"> - ¡A ver! ¿Cómo no voy a presentar el examen? - ¡Claro! ¿Cómo no voy a presentar el examen?
Delante de una conjunción "si" expresa curiosidad, temor, deseo, etc.	<ul style="list-style-type: none"> A ver si terminas el trabajo A ver si adivinas lo que estoy cocinando
Puede remplazarse por la secuencia "veamos"	<ul style="list-style-type: none"> A ver con quién te enojas (veamos con quién te enojas) A ver cómo sigues mañana (veamos cómo sigues mañana)

Referencias

- <https://www.rae.es/consultas/ver-haber>
- <https://www.hoyhablamos.com/diferencia-entre-a-ver-haber/>
- <https://www.saberpractico.com/ortografia/diferencias-entre-haber-y-a-ver/>
- <https://trome.pe/familia/escuela/ver-haber-correcto-ortografia-59114>
- <https://difiere.com/diferencia-entre-a-ver-y-haber/>
- <https://cuadernos.rubio.net/prensa/post/haber-o-a-ver-palabras-homofonas>
- <https://www.defensacentral.com/ustedpregunta/categoria/gramatica/cuando-se-usa-a-ver-y-cuando-haber/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ZM8B1SRmlgE>
- <https://www.google.com/search?q=significado+de+haber&rlz=1C1GCEUesMX822MX822&oq=significado+de+haber&aqs=chrome..69i57j0l5>



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM

REUNIÓN INFORMATIVA ANUAL **2020**

22, 23 y 24 de enero

Unidad de Seminarios Dr. Ignacio Chávez
Jardín Botánico Ciudad Universitaria

Miércoles

22

Subdirección de
Estructuras y Geotecnia

Jueves

23

Subdirección
de Electromecánica

Viernes

24

Subdirección de
Hidráulica y Ambiental
Subdirección de
Unidades Académicas Foráneas

Interesados favor de realizar su registro previo
en la siguiente dirección electrónica:

<https://forms.gle/3ZNjEAWYSqGSncvy5>

