

**ÁREA
INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA**

1) Residuos de la industria petrolera generados en el estado de Coahuila.

Autores: Micheline Gutiérrez Prieto, Myriam A. Amezcua-Allieri, Juan A. Zermeño Eguía-Lis.

2) Opciones de suministro eléctrico con energía renovable para una granja piscícola en el norte de México.

Autores: Ma. Flor Morales R., Ubaldo Miranda M., Gerardo Pérez M.

3) Las inundaciones costeras en áreas del territorio cubano, tendencias e influencia de la estructura termohalina.

Autores: Ida Mitrani Arenal, Oscar Onoe Díaz Rodríguez, Alejandro Vichot, Ivette Hernández Baños, Axel Hidalgo Mayo, Evelio García Valdés, Alejandro Rodríguez Zas.

4) Actividad antioxidante de *Tetraselmis suecica* cultivada en fotobiorreactores.

Autores: Gabriela Ulloa, Pablo Gortares Moroyoqui, Ana María Rentería Mexía, Marivel Sánchez, Jorge Sineiro.

5) Producción en cultivo por lote alimentado de la proteína recombinante NprR de *Bacillus thuringiensis* en *Escherichia coli*

Autores: Guadalupe Yapur-Villaseñor, Rosina Cabrera, Mayra de la Torre

6) Caracterización del oleaje irregular usando una cortina de burbujas en un canal de oleaje.

Autores: Diana Vargas, Edgar Mendoza, Rodolfo Silva, Adolfo Lugo

Residuos de la industria petrolera generados en el estado de Coahuila

Micheline Gutiérrez Prieto, Myriam A. Amezcua-Allieri, Juan A. Zermeño Eguía-Lis

Instituto Mexicano del Petróleo, Eje Central Lázaro Cárdenas 152, colonia San Bartolo Atepehuacan. C.P. 07730. Mexico city, Mexico. Correo electrónico: mamezcua@imp.mx

Los procesos industriales, sin exceptuar los de la industria petrolera, tienen que adaptarse a marcos normativos y mecanismos que controlen y reduzcan los residuos que generan en sus actividades. Atendiendo a esta problemática en México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) establece y fomenta la gestión integrada de los residuos, mediante la aplicación de herramientas, estrategias y acciones contempladas en los Programas Estatales de Prevención y Gestión Integral de Residuos (PEPGIR). Coahuila recientemente publicó su Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Coahuila de Zaragoza. Sin embargo, existe una carencia de información y análisis de los residuos generados por la industria petrolera en el estado. Por ello, en el presente trabajo se identifican las áreas de oportunidad en cuanto al manejo y

aprovechamiento de los residuos generados por esta industria durante el período 2008-2010 y 2012. El análisis se enfoca en la generación, clasificación de los residuos, así como en el manejo de los reportes y en la disposición final. En los resultados, destacan los lodos aceitosos o sedimentos de hidrocarburos como residuo mayoritario derivado de las actividades de mantenimiento, los cuales constituyen más del 55% de los residuos generados en el estado. El análisis está orientado a la gestión responsable de los residuos, donde se plantean una serie de alternativas autorizadas por la Semarnat, con base en la composición del mismo, así como la infraestructura disponible en la Entidad.

OPCIONES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO CON ENERGÍA RENOVABLE PARA UNA GRANJA PISCÍCOLA EN EL NORTE DE MÉXICO.

Ma. Flor Morales R., Ubaldo Miranda M., Gerardo Pérez M.
Gerencia de Energías Renovables, Instituto de Investigaciones Eléctricas
Av. Reforma #113, Col Palmira, 62490 Cuernavaca, Morelos, México
e-mail: fmorales@iie.org.mx

Introducción.

En 2007 el Instituto de Investigaciones Eléctricas creó el Laboratorio Nacional para la Evaluación de los Recursos Energéticos Renovables en México (LERM). La creación del LERM fue con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El objetivo del LERM fue desarrollar una plataforma tecnológica e infraestructura para la obtención de bases de datos confiables sobre los recursos energéticos renovables y que sirva como apoyo para la planeación y desarrollo de proyectos.

Actualmente el LERM cuenta con 35 estaciones de medición de viento y radiación solar, ubicadas en diversos sitios del país. Conjuntamente existen la base de datos propia y otras de fuentes externas que fueron recopiladas para el proyecto.

En el estado de Chihuahua se instalaron tres estaciones anemométricas. La primera en Ciudad Juárez en una torre de 60 metros de altura. Otras dos de 50 metros se colocaron en la Ciudad de Chihuahua y en un sitio denominado La Junta. Las tres estaciones monitorean viento a dos alturas, temperatura, humedad, presión y radiación solar global.

Desarrollo.

La estación La Junta está ubicada en 28° 27' 46" N, 107° 16' 34" W, a una altitud de 2109 msnm, cercana a un granja piscícola que dispone de red eléctrica convencional. Este sitio fue elegido como ejemplo para realizar un análisis energético del potencial eólico y solar. También se realizó un análisis comparativo de costos de suministro eléctrico considerando como base la red eléctrica convencional. Los objetivos fueron determinar las dimensiones y costos del equipamiento para suministrar la demanda de energía eléctrica y para plantear proyectos similares en sitios rurales con potencial energético renovable pero que no cuentan con red eléctrica.

El estudio se hizo considerando de manera general, los siguientes procesos:

1. Recopilación y revisión de las bases de datos de viento y radiación solar, medidas en la estación del IIE.
2. Análisis energético del viento y radiación solar, identificando patrones diarios y comportamiento mensual
3. Levantamiento de un censo de carga y horas de uso de los equipos
4. Definición de sistemas solares y eólicos
5. Determinación de factores de planta
6. Dimensionamiento de los sistemas
7. Determinación del costo nivelado de suministro eléctrico con sistemas fotovoltaicos y eólicos
8. Comparación con la red eléctrica.

Resultados y discusión.

Los resultados comprobaron que la opción eólica es más barata que la fotovoltaica y supera a la red eléctrica cuando se cuenta con ésta. Sin embargo, cuando los consumos de energía no son muy altos y la distancia a la red eléctrica es relativamente grande (algunos kilómetros) las opciones renovables son más baratas que la extensión de red. Las conclusiones dependerán entonces en cada caso de la valoración de las ventajas y desventajas operativas para las aplicaciones de opciones renovables.

Reconocimientos.

El proyecto y este trabajo fueron apoyados por el CONACYT.

LAS INUNDACIONES COSTERAS EN AREAS DEL TERRITORIO CUBANO, TENDENCIAS E INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA TERMOHALINA

¹Ida Mitrani Arenal, ¹Oscar Onoe Díaz Rodríguez, ¹Alejandro Vichot, ²Ivette Hernández Baños, ³Axel Hidalgo Mayo, ¹Evelio García Valdés, ⁴Alejandro Rodríguez Zas.

¹Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Apdo. 17032, CP. 11700, Regla, La Habana, Cuba, ²Instituto de Ciencias y Tecnologías Aplicadas, Avenida Salvador Allende, Quinta de los Molinos, Centro Habana, La Habana, ³Centro Meteorológico de Holguín, Calle 18, S/N, Esq. Maceo, Reparto El Llano, Holguín, CP: 80100 ⁴CUBAENERGIA, Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía, calle 20 # 4111 e/ 18a y 47, Miramar, Playa, La Habana, Cuba, ida.mitrani@insmet.cu

Introduction. The Cuban Archipelago, is often affected by extreme meteorological events, such as hurricanes and frontal systems, which produce severe coastal flooding, so it is necessary to investigate the temporal and spatial behavior of coastal flooding and events that generate them and their trends, with emphasis on sensitive areas affected by these phenomena. Of particular interest is the evolution of the thermohaline structure, given its influence on the development of tropical cyclones.

Information Sources and Methods. Diverse information sources were used. Among the most important are the data files and meteorological synoptic maps from the Archive of the Cuban Meteorological Institute (period 1901-2011), the data from oceanographic cruises, carried out in national waters by Cuban and foreign institutions (period 1966-2001) and other unconventional sources of historical evidence. All the data were carefully checked, submitted to standard statistical processing, and settled in tables and graphs. The ENOS behavior influence was also analyzed. Three coastal areas from the most sensitive ones, were selected as case studies: the Havana Mole, the Gulf of Batabanó and Gibara-Guardalavaca.

Results and discussion. The behavior of the coastal flooding around Cuba shows an increase in frequency and intensity in the last 40 years. The best example is the Havana Mole flood sequence (Figure 1). It is a consequence of the severe event intensity and frequency increase at the same period, in coincidence with a higher sea surface temperature and salinity on the Cuban surrounding waters. The ENOS behavior also influenced on the frequency increase of the winter intense floods in the Cuban Western Region.

Some change on the thermohaline structure parameters were detected during the last 36 years of the XX Century, from the surface to 500 m depth, favorably to the increase of the hurricane destructive power. The most important ones, were the following: a) An increase of the sea surface temperature in 0,7 C⁰, b) An increase of the salinity maximum in 0,1 psu, c) An increase of the mixed layer depth in some tens on meters.

The maximum values of all the studied thermohaline parameters were located around the Cuban Western Region, in coincidence with the most favorably area to the tropical cyclone development.

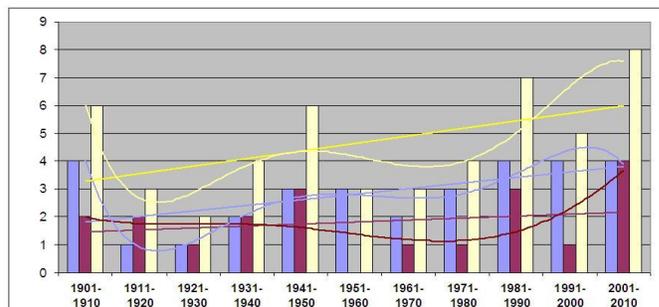


Fig. 1 The coastal flooding tendencies on the Havana Mole.

Conclusions. The obtained results showed increasing coastal flooding tendencies on all the three study areas. Of special interest is the situation around the Cuban Western Region, where all the studied facts are favorable to the future increase of the coastal flooding intensity and frequency. As the selected studied areas are usually affected by all kinds of severe events reaching the Cuban territory, it is possible to affirm that the detected coastal flooding tendencies are extensive to all the Cuban shore area.

Acknowledgements.

This work was supported by INSMET, Havana, Cuba

References.

1. Anthes R., R. W. Corell, G. Holland, J. W. Hurrell, M. C. MacCracken, K. E. Trenberth (2006), Hurricanes and Global Warming-Potential Linkages and Consequences, Comments, Bulletin of the American Meteorological Society, 623-628.
2. Curry R., Dockson B., Yashaev I. (2003) A change in the freshwater balance of the Atlantic Ocean over the past four decades.
3. Jones P.D., Palutikof J. (2005) "Global temperature record" Climatic Research Unit, <http://www.uea.ac.uk>
4. Martínez D., Borrajo I., Bezanilla A. and Centella A., (2011): The occurrence of tropical cyclones in the Caribbean and Mexico and global warming. Application of a regional climate model. "Rev. Ciencias de la Tierra y el Espacio", 12, 2011.
5. Mitrani I., O.O. Díaz, A. Vichot, I. Hernández, A. Hidalgo, E. García, J. A. Rodríguez (2012) Tendencias climáticas de las inundaciones costeras severas en áreas de Cuba, Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, Vol. XIII, No. 2, ISSN: 1729-3790

Actividad antioxidante de *Tetraselmis suecica* cultivada en fotobiorreactores

¹Gabriela Ulloa, ¹Pablo Gortares Moroyoqui, ¹Ana María Rentería Mexía, ²Marivel Sánchez, ²Jorge Sineiro.

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Antonio Caso s/n, Ciudad Obregón, Sonora 85134, Mexico. ² Departamento de Ingeniería Química, Universidad Santiago de Compostela15782, Santiago de Compostela, España. correo electrónico: ruth.ulloa@itson.edu.mx

Introducción. La actividad antioxidante es una forma de prevenir el daño celular debido a procesos naturales. Una interesante fuente natural de moléculas antioxidantes se ha encontrado en organismos marinos como las microalgas. *Tetraselmis suecica* es un organismo marino atractivo por su alta concentración de compuestos con actividad antioxidante, como los carotenos, clorofila y compuestos fenólicos (1).

Las microalgas tienen la ventaja de cambiar su composición bioquímica al realizar pequeñas modificaciones en las condiciones de cultivo (2). Debido a esto, la microalga puede acumular grandes cantidades de lípidos, carbohidratos u otras moléculas interesantes para su uso como antioxidante. El objetivo principal fue inducir una alta actividad antioxidante en *Tetraselmis suecica* (Chlorophyta) en un medio de cultivo adicionado con magnesio (Mg), silicio (Si) y estroncio (Sr) operado en régimen semicontinuo.

Métodos. *T. suecica* se inoculó en agua de mar estéril con salinidad de 3.5%, enriquecida con nutrientes (control). Posteriormente, se adicionaron las soluciones estériles de magnesio ($MgCl_2 \cdot 5H_2O$), silicio ($Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$), y estroncio ($SrCl_2 \cdot 6H_2O$) por separado al medio de cultivo en concentraciones finales de 0.01, 0.1, 1, 3, y 10 mM en fotobiorreactores de 80 mL. Posteriormente, el tratamiento control y Sr 10 mM se cultivaron en reactores de 5 L y 80 L, ambos en régimen semicontinuo. Las muestras se colectaron por centrifugación y se liofilizaron para realizar los ensayos de actividad antioxidante de la biomasa mediante la técnica de DPPH, TEAC, FRAP, TBARS y blanqueamiento de β -caroteno.

Resultados y discusión. La biomasa de *T. suecica* cultivada con Sr 10 mM, en reactores de 80 mL y 5 L, mostró actividades antioxidantes altas (Fig. 1). La máxima inhibición del DPPH alcanzado fue del 80%. El contenido de polifenoles totales mostró una alta correlación con el porcentaje de inhibición del DPPH en los cultivos adicionados con estroncio en todos los reactores utilizados. Por lo que se infiere que los polifenoles son los responsables de la actividad antioxidante exhibida por *T. suecica*.

TEAC, FRAP, TBARS y blanqueamiento del β -caroteno solo fueron evaluados en la biomasa cultivada en los tratamientos control y Sr 10 mM. En este sentido, todos los tratamientos mostraron un comportamiento similar

para la inhibición del DPPH, TEAC, FRAP y TBARS, logrando los mejores resultados en la biomasa obtenida del reactor de 5 L. Sin embargo, el blanqueamiento del β -caroteno fue mayor en la biomasa obtenida en reactores de 80 mL. Esto demuestra que las condiciones de cultivo pueden ser usadas para transformar la composición bioquímica de la biomasa de microalgas.

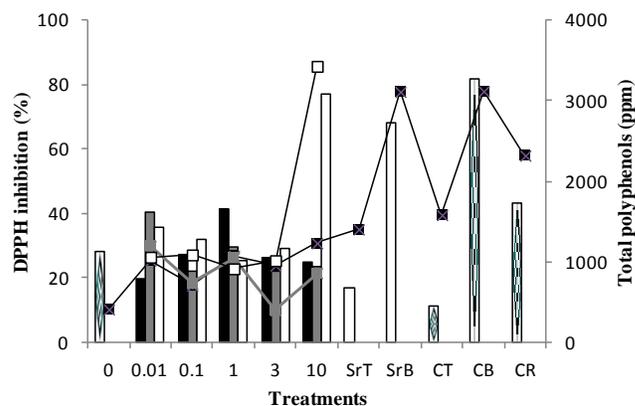


Fig. 1 Total polyphenols content as gallic acid equivalents (lines) and antioxidant activity as percent inhibition of DPPH (bars) for methanol-water (50%) extracts of *T. suecica* cultured with different concentrations of Mg (black square), Si (gray square), Sr (white square), and control (diagonally lined square). T= 80 mL, B= 5 L and R= 80 L photobioreactors.

Conclusiones. Los resultados demuestran que *T. suecica* es una buena opción como productora de compuestos antioxidantes. Los cambios en las condiciones de cultivo son una herramienta útil para incrementar el contenido de este tipo de compuestos en la biomasa, para obtener compuestos bioactivos naturales con uso potencial en diversas áreas de interés.

Referencias.

- Guedes et al. (2011) Microalgae as sources of high added-value compounds-A brief review of recent work. *Biotechnol. Prog.* 27(3):597-611.
- Fábregas et al. (2001) Growth rate of the microalga *Tetraselmis suecica* changes the biochemical composition of *Artemia* species. *J Mar Biotechnol* 3:256-263 2.

PRODUCCIÓN EN CULTIVO POR LOTE ALIMENTADO DE LA PROTEÍNA RECOMBINANTE NprR DE *Bacillus thuringiensis* EN *Escherichia coli*

Guadalupe Yapur-Villaseñor, Rosina Cabrera, Mayra de la Torre

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Carretera a La Victoria Km 0.6, Hermosillo, Sonora 83304, México.
mdelatorre@ciad.mx

Introducción

RNPP es una familia de receptores intracelulares de quorum sensing (QS) que unen directamente su péptido efector. Una de las proteínas que integran esta familia es el regulador de la proteasa neutra (NprR). NprR fue descrita como el activador de una proteasa neutra en el grupo de *Bacillus cereus* [1] y existe evidencia que sugiere que NprR está involucrada en la regulación de la esporulación en *Bacillus thuringiensis* (Bt). Para estudiar este sistema, es necesario producir grandes cantidades de la proteína NprR funcional. Por lo tanto, para incrementar la productividad volumétrica, se diseñó un cultivo por lote alimentado, asegurando un ambiente con los nutrientes y el oxígeno suficientes para obtener un cultivo de alta densidad celular.

Metodología

1. Sobreexpresión y purificación de la proteína recombinante NprR en un cultivo por lote.
2. Estudiar las cinéticas de crecimiento en el cultivo por lote utilizando un bio-reactor.
3. Determinar la velocidad de alimentación.
4. Estudiar las cinéticas de crecimiento en el cultivo por lote alimentado utilizando un bio-reactor.
5. Sobreexpresión y purificación de la proteína recombinante NprR en cultivo por lote alimentado diseñado.

Resultados y discusiones

Se utilizó una velocidad de alimentación constante, alimentando $12.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de glicerol. Las condiciones del cultivo en lote alimentado son descritas en la Figura 1. Se suplementaron cantidades suficientes de oxígeno para asegurar un crecimiento celular para la producción de $50 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de células en peso seco. Las proteínas chaperonas fueron inducidas cuando la densidad celular alcanzó los $30 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de células en peso seco y NprR fue inducida una hora después. Una vez que las condiciones fueron establecidas, la proteína NprR soluble fue observada en el cultivo. La producción NprR en el cultivo por lote alimentado fue 29 veces mayor con respecto al cultivo en matraz agitado (Tabla 1).

Debido a que la producción de ácido acético es el principal problema en los cultivos de *E. coli* para la

producción de proteínas recombinantes, este fue determinado en los cultivos en matraz agitado y en el lote alimentado. El ácido acético fue producido en condiciones de limitaciones de oxígeno, por lo que se determinó el coeficiente de transferencia de masa (k_{La}) del cultivo en lote alimentado para establecer el porcentaje de oxígeno disuelto óptima para el cultivo de *E. coli* (>50%).

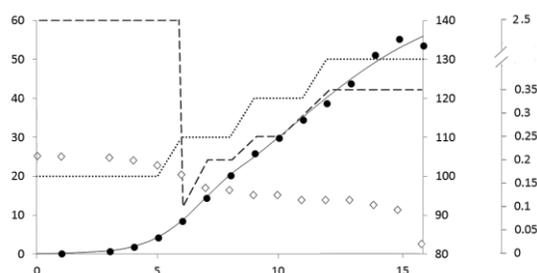


Figura 1. Cinética de crecimiento en lote alimentado de *E. coli* BL21 DE3-pGKJE6Ω/pET11aΩnprR en bio-reactor, donde se representa: ● X (concentración celular en g/L base seca), ◇ concentración de glicerol en g/L, (---) aireación en vvm, (.....) agitación en rpm, (—) curva de crecimiento ajustada al modelo logístico, la flecha (1) indica el inicio de la alimentación, la flecha (2) indica la inducción de las chaperonas y la flecha (3) indica la inducción de la proteína NprR.

Tabla 1. Producción de proteína recombinante NprR en cultivo por lote alimentado en bio-reactor y cultivo por lote en matraz

Cultivo	Producción $\text{mg}_{\text{NprR}}\cdot\text{L}^{-1}$	Producción $(\text{mg}_{\text{NprR}}\cdot\text{g}_{\text{células en peso seco}}^{-1})$
Lote alimentado	147.50 ± 43.48	2.76
Lote en matraz	5.68 ± 1.16	2.37

Conclusiones

La co-expresión de las proteínas chaperonas asistieron en el plegamiento de NprR recombinante y esta se obtuvo de manera soluble y funcional. El cultivo por lote alimentado con una velocidad de alimentación constante y bajo condiciones no limitantes de oxígeno, permitieron obtener altos rendimientos de la proteína NprR pura.

Referencias

- [1] Dubois et al. 2012. Necrotrophism is a quorum-sensing-regulated lifestyle in *Bacillus thuringiensis*. *PLoS Pathogens* 8:1-10.

Caracterización del oleaje irregular usando una cortina de burbujas en un canal de oleaje.

¹Diana Vargas, ¹Edgar Mendoza, ¹Rodolfo Silva, ²Adolfo Lugo

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM. Circuito exterior s/n Cd. Universitaria Coyoacán México, D.F. 4510, México.

² Centro de Ciencias de la atmósfera. UNAM. Circuito exterior s/n Cd. Universitaria Coyoacán México, D.F. 4510, México.

Introducción

Existen diversas técnicas para medir las fluctuaciones de la superficie libre. La mayoría de ellas usan sensores de nivel para medir directamente las fluctuaciones de la superficie libre, pero estos sensores al actuar como obstáculos interfieren con las mediciones.

Con esta premisa, se tiene como objetivo establecer y diseñar un dispositivo que genera burbujas, con el fin de tener una técnica no invasiva para obtener series de tiempo de las mediciones del campo de velocidades de las burbujas y a partir de ellas calcular la superficie libre.

Metodología

El procedimiento llevado a cabo fue el siguiente.

Caracterización del equipo; este consistió en medir la velocidad, amplitud y el periodo de oscilación de la trayectoria de las burbujas. A partir de estas mediciones se determinó el rango óptimo de operación de la presión.

Después, se produjo en un canal de olas, oleaje regular e irregular con diferentes frecuencias y alturas de ola

La velocidad de las burbujas fue estimada usando la técnica BIV y las series de tiempo de la velocidad fueron construidas.

Las series fueron suavizadas usando la técnica SSA, y usando teoría lineal se reconstruyó la superficie libre. El período y la altura de ola fueron estimados.

Para validar los resultados, la superficie del agua fue comparada con las mediciones obtenidas de los sensores de nivel.

La cortina de burbujas fue grabada con una cámara de alta velocidad. La cual fue desde 120 cuadros/s hasta 500 cuadros/s

Resultados y discusión

Se encontró que los periodos estimados a partir de las series de tiempo de las velocidades de las burbujas coincidió con el periodo, usado en las pruebas, para el oleaje regular y con el periodo pico para el oleaje irregular.

Además se constató que, de acuerdo a la teoría lineal de ondas, las amplitudes de las olas estimadas por las mediciones a diferentes profundidades, concuerdan entre ellas, excepto para profundidades cerca del fondo del canal. Para el oleaje irregular, la altura de ola significante estimada resultó de acuerdo con la teoría ya dicha.

En el caso del oleaje regular, la superficie libre fue exitosamente reconstruida.

Conclusiones

La presente técnica tiene la ventaja de ser no invasiva, debido a que se evita la colocación de sensores que actúan como obstáculos que interfieren y cambian las características de las olas.

Que concuerden los periodos estimados por las series de tiempo de las velocidades de las burbujas y el periodo de la onda generada, mostró que el movimiento de la burbuja puede ser utilizado como trazador para el movimiento del agua. Esto se puede asociar a las velocidades orbitales en el oleaje regular con el periodo y amplitud fijos y se sabe que el movimiento oscilatorio de las burbujas coincide con una relación lineal de la teoría del oleaje regular.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el Laboratorio de Costas y puertos del Instituto de Ingeniería en la UNAM.

El primer autor agradece el apoyo de CONACYT

Referencias

- (1) R. G. Ramírez de la Torre, D. C. Vargas-Ortega, M. S. Centeno-Sierra, R. Méndez-Fragoso, C. E. Stern-Forgach, Characterization of a bubble Curtain for PIV measurements, Selected Topics of Computational and Experimental Fluid Mechanics, Springer.
- (2) D.P., Hart, Super-Resolution PIV by Recursive Local-Correlation, Journal of Visualization, The Visualization Society of Japan, Vol. 10, 1999.
- (3) Hossein Hassani Singular Spectrum Analysis: Methodology and Comparison, Journal of Data Science 5, 2007.