



PRESENTAMOS 4 DE LOS 5 CARTELES GANADORES DE LA SEMANA DEL AGUA LLEVADA A CABO EN EL INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL 16 AL 20 DE ABRIL. EL CARTEL FALTANTE, CUYO TAMAÑO EXCEDE LAS DIMENSIONES DE ESTA GACETA, LLEVA POR TÍTULO *ANÁLISIS DE RIESGO POR INUNDACIONES CASO DE APLICACIÓN: TLACOTALPAN, VER.*, DE OSCAR FUENTES MARILES, FAUSTINO DE LUNA CRUZ Y LAURA VÉLEZ MORALES. INFORMES CON LOS AUTORES



## ARRANQUE, OPERACIÓN Y SEGUIMIENTO DE UN DIGESTOR ANAEROBIO TERMOFÍLICO ALIMENTADO CON UNA MEZCLA DE LODO PRIMARIO Y SECUNDARIO



**Daniel De los Cobos Vasconcelos, Adalberto Noyola**  
Instituto de Ingeniería, UNAM. Circuito Escolar, Ciudad Universitaria  
Coyoacán, México, D.F., C.P. 04510

### INTRODUCCIÓN

La normatividad ambiental de muchos países (incluido México), contempla el tratamiento de los lodos residuales provenientes de sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales. Se ha observado que la digestión anaerobia, en especial la termofílica (55 °C), presenta ventajas con respecto a otros tipos de tratamiento: producción de biogás que puede ser aprovechado, eliminación de patógenos (biosólidos clase A) y menor dificultad para deshidratar el lodo estabilizado para su posterior disposición.

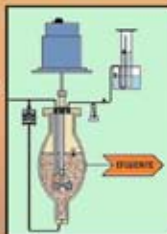
### OBJETIVO

Realizar el seguimiento del arranque y la operación de un digestor anaerobio termofílico a dos tiempos de retención hidráulicos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

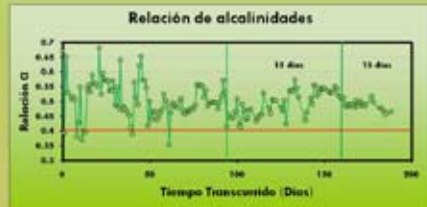
El seguimiento se hizo diariamente, excepto la determinación por cromatografía de gases de la composición de biogás y la determinación de ácidos grasos volátiles y sólidos, los cuales se realizaron tres veces por semana.

- ✓ pH
- ✓ Temperatura
- ✓ Alcalinidad total y parcial
- ✓ Relación de alcalinidades ( $\alpha$ )
- ✓ Producción de biogás
- ✓ Composición de biogás
- ✓ Determinación de ácidos grasos volátiles
- ✓ Determinación de sólidos



### RESULTADOS

OLR 15 días = 2.4 kg STV/m <sup>3</sup> d	1.76 kg STV/m <sup>3</sup> d
OLR 13 días = 3.1 kg STV/m <sup>3</sup> d	2.02 kg STV/m <sup>3</sup> d



### CONCLUSIONES PRELIMINARES

Se realizó el arranque y la estabilización de un digestor anaerobio termofílico a dos tiempos de retención hidráulicos: 15 y 13 días.

Se observó que mantener la temperatura entre 54 y 55 °C, es de suma importancia para el correcto desempeño del DAT.

# Remoción de disruptores endócrinos y fármacos presentes en aguas residuales de la Ciudad de México a través de MBR

Torner, F., López, A., González, D., Chávez, A., Jiménez, B.\*

## OBJETIVO

Estudiar la aplicación de un tren de tratamiento mediante MBR para la remoción de contaminantes emergentes de aguas residuales de la Ciudad de México.

## INTRODUCCIÓN

Los niveles de consumo de agua de la Ciudad de México, las necesidades agrícolas en regiones circundantes al DF y los planes para recarga del acuífero en el subsuelo del mismo, harán del tratamiento de las aguas residuales de la ciudad una necesidad cada vez más imperiosa, lo que implica buscar opciones de tratamiento que permitan proveer a los usuarios de agua segura, especialmente libre de componentes que se puedan bioacumular en cosechas, instalaciones y el suelo mismo o bien permanecer disueltos en el agua. Algunos de los compuestos capaces de prevalecer de esta forma son sustancias orgánicas que han sido denominadas contaminantes emergentes (CE). La propuesta de este proyecto se centra en el uso de la tecnología de membranas en combinación con el tratamiento convencional de lodos activados para la eliminación de los contaminantes emergentes del agua residual proveniente del sistema de colección y tratamiento local.

## METODOLOGÍA

Caracterización inicial del agua residual

↓  
Tratamiento en reactor biológico aerobio

↓  
Efecto de floculación sobre el proceso

↓  
Pruebas abióticas con membranas

↓  
Tratamiento MBR

↓  
Planta Piloto



Figura 1. Reactor piloto 3L operado en lote y después en continuo



Figura 2. Sistema piloto de membranas

## RESULTADOS

El agua residual utilizada proveniente de la planta de tratamiento de agua residual de Cerro de la Estrella presenta un contenido significativo de CE similar al del emisor central de la ciudad de México como se observa en la tabla.

Compuesto	Concentración Cerro de la Estrella (ng/L)	Reporta previo Emisor Central (ng/L)
Ibuprofeno	2276 ± 340	3013
Ácido Salicílico	47226 ± 6200	43280
Genfibrozil	253 ± 80	NR
Naproxeno	15830 ± 2500	11099
Diclofenaco	1746 ± 550	2777
Carbamazepina	2473 ± 115	412
Nonilfenoles (NP <sup>n</sup> )	8815 ± 1920	13886
Triclosan	2041 ± 143	1091
BuSibencilfitalato (BuSeF)	5900 ± 8540	1642
dESibencilfitalato (DEHF)	18780 ± 2074	NR
Estrona	0	39
Estradiol	0	12
NR <sup>n</sup> no reportado		

El biorreactor presentó remociones significativas de los CE estudiados conforme los ciclos de duración variable se redujeron en la operación por lote. Los ciclos fueron desde una duración inicial de 13 días hasta 4 horas con un intercambio del 50% del volumen de trabajo (Figuras 3 y 4).

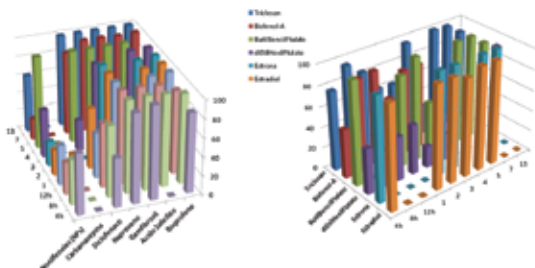


Figura 3. % de remoción de fármacos y noilfenoles en biorreactor en lote con duración de ciclos de 13 días a 4 horas.

Figura 4. % de remoción de compuestos fenólicos en biorreactor en lote con duración de ciclos de 13 días a 4 horas.

La remoción específica (ng/L gSSV) de los CE muestra una mejora gradual de la capacidad biótica de eliminación de los mismos incluyendo los noilfenoles (figuras 5 y 6). Los ftalatos estudiados (BuSeF y DEHF) presentan remociones incompletas en el sistema en lote con propensión a adsorción en lodos.

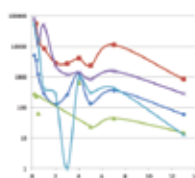


Figura 5. Remoción específica (ng/L gSSV) de fármacos en biorreactor en lote con duración de ciclos de 13 días a 4 horas.

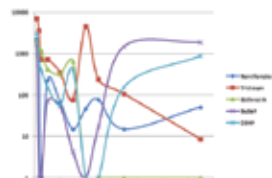


Figura 6. Remoción específica (ng/L gSSV) de fenoles en biorreactor en lote con duración de ciclos de 13 días a 4 horas.

## CONCLUSIONES PRELIMINARES

La aclimatación del sistema biológico contribuye de manera central a la remoción de CE. La remoción de ftalatos se da principalmente por adsorción en lodos. Se espera que el acoplamiento con membranas aumente la remoción de los compuestos persistentes.



## INTRODUCCIÓN

Las oscilaciones de la superficie libre del agua de mar moldean la zona sobre la cual disipa su energía como lo son las playas y las estructuras marítimas (ej. Diques en talud) encargadas de proteger la zona costera. Existe una retroalimentación entre las estructuras de protección y el oleaje en contacto con ellas; las fuerzas a las que se somete la estructura provocan su deformación mientras que esta deformación influye en la hidrodinámica, afectando coeficientes de reflexión y el ascenso máximo (parámetro fundamental para el diseño de los diques), entre otros.

Generalmente el diseño y la construcción de los diques en talud se hace en forma trapezoidal que, al someterse a un clima de oleaje constante, puede presentar extracción del material en su manto principal hasta adquirir una nueva estabilidad y una forma en "S" en el perfil expuesto. Esta forma en "S" tiene un significado similar al perfil de equilibrio en playas propuesto por Dean, haciendo necesaria la evaluación de la deformación del dique y su posterior repercusión en la hidrodinámica.

## METODOLOGÍA

Para evaluar la deformación del talud expuesto y su efecto en la hidrodinámica, se ha obtenido al inicio y final de cada ensayo mediciones de ascenso del oleaje con una cámara de alta velocidad y una lectura de puntos ubicados en el espacio por un escáner 3D. Se realizaron 12 pruebas variando el periodo y la altura de ola que van desde 1 a 2 segundos y de 8 a 12 centímetros, respectivamente.

### ESCANEO 3D

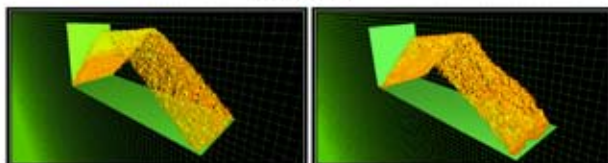


Figura 1. Perfil Inicial

Figura 2. H=0.10m y T=2s

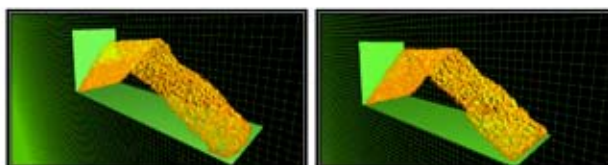


Figura 3. H=0.12m y T=1.20s

Figura 4. H=0.10m y T=1.00s

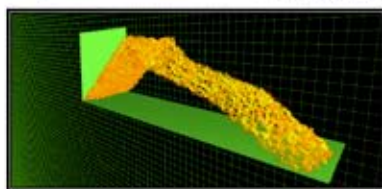


Figura 5. H=0.12m y T=2.00s

Los datos de los escaneos han sido analizados mediante el software Cytone con el fin de obtener perfiles en la parte central de la estructura, haciendo una comparación entre el perfil inicial y el final para una misma condición de oleaje.

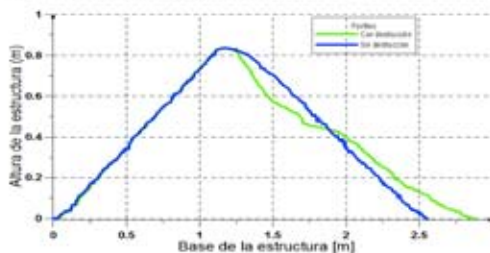


Figura 6. Evolución del perfil, H=0.12, y T=1.2s

## VISIÓN COMPUTACIONAL

Para evaluar el oleaje se usó una cámara de alta velocidad monocromática con la capacidad de tomar 8,000 cuadros por segundo, sin embargo se programó para tomar datos a una frecuencia de 300 Hz.

Para encontrar la posición de la punta de la lamina de agua sobre el talud se necesitó de la segmentación por movimiento, que consiste en restar 2 imágenes pixel por pixel y si está diferencia supera un umbral definido, entonces el pixel se encuentra en movimiento, Figura 10.

Para validar el algoritmo se tomaron mediciones de un sensor de nivel y se compararon con las obtenidas a través de la visión computacional, en un perfil dado (línea azul), se encontró una correlación de .995 con un periodo de 1 segundo y una altura de 5 centímetros.

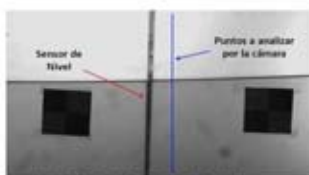


Figura 7. Prueba de Validación

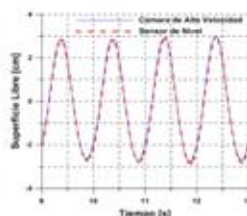


Figura 8. Comparación de Mediciones

Para la medición del ascenso es necesario definir un área de interés para lo que se encuentra el talud automáticamente, primero se binariza la imagen al tener 2 tonos de grises tan marcados, a esta se le aplica un operador sobel para detectar la intersección de esta nueva imagen binaria y finalmente, para que se aprecie de mejor manera, se dibuja el perfil encontrado, sobre la imagen original, dilatando a los píxeles. Se define un área de 25 píxeles por encima del perfil encontrado como área de interés.

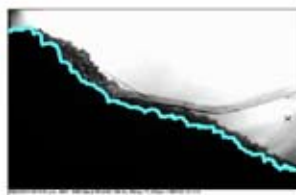


Figura 9. Perfil Encontrado por Visión



Figura 10. Imagen Binaria Procesada

Se muestra el resultado de la medición del ascenso con el talud intacto y una vez deformado para una prueba con 12 centímetros de altura de ola y un periodo de 1.2 segundos.

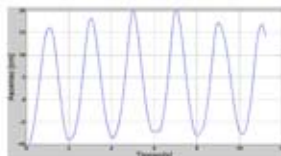


Figura 11. Ascenso en el Talud sin deformación

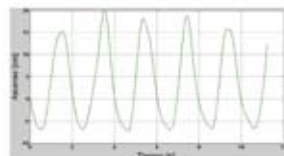


Figura 12. Ascenso en el Talud sin deformación

## CONCLUSIONES

Se usaron técnicas novedosas de medición para evaluar la evolución del perfil y su efecto en la disipación de energía del ascenso del oleaje sobre el talud.

El perfil del talud tiende a una forma en "S" que resulta más estable que la forma trapezoidal clásica de los rompe-olas, siendo una alternativa a la construcción y diseño de las estructuras de protección costeras.

El efecto que se tiene sobre el ascenso es de disminución en su amplitud, con un clima de oleaje de 12cm de altura y 1.2s de periodo. El descenso máximo disminuye visiblemente pasando de 8.7 a 6.2 centímetros, mientras que el ascenso máximo se mantiene en el mismo rango de magnitud. Se espera que al haber una mayor disipación, debido al alargamiento del perfil, los coeficientes de reflexión disminuyan de manera importante.

# "Implementación y validación de un modelo numérico de circulación oceánica para el Golfo de México"

Edgar Salazar<sup>a</sup>, Rodolfo Silva<sup>b</sup> y Edgar Mendoza<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Coordinación de Hidráulica, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universtaria, 04510 D.F., México, E-mail: edgar@iia.unam.mx

<sup>b,c</sup> Coordinación de Hidráulica, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México,

## INTRODUCCIÓN:

La tendencia a la explotación de nuevos campos ubicados en profundidades mayores a las actuales de 85m, obliga a la generación de nuevas herramientas enfocadas para el desarrollo y revisión de futuras Instalaciones Petroleras en Aguas Profundas.

## OBJETIVO:

Desarrollar una herramienta numérica que permita la descripción y cuantificación de la hidrodinámica del océano debido a la presencia de Infraestructura Petrolera en aguas profundas en el Golfo de México.

## IMPLEMENTACIÓN NUMÉRICA (VOLUMEN FINITO):

- 1.- Estimación de los estados de Riemann
- 2.- Evaluación del Jacobiano del flujo
- 3.- Cálculo de función de flujo
- 4.- Integración temporal (Adams-Bashford)
- 5.- Flujos Viscosos

## RESULTADOS

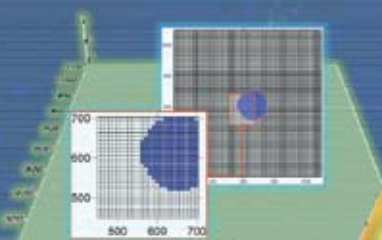


Fig 1 - Discretización de una pila en el dominio

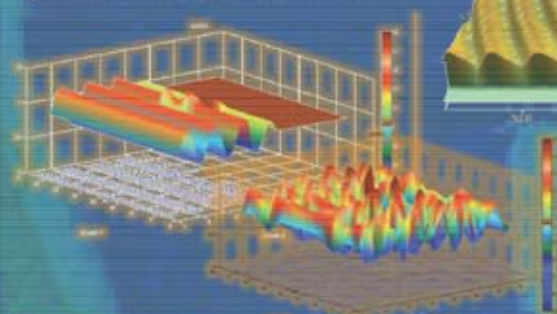


Fig 2 - Transformación del campo de velocidades debido a una estructura de simetría radial



## DISCRETIZACIÓN HORIZONTAL (Malla Quad-tree)

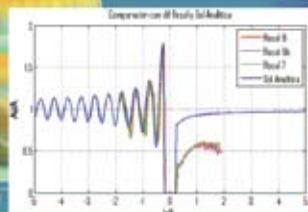
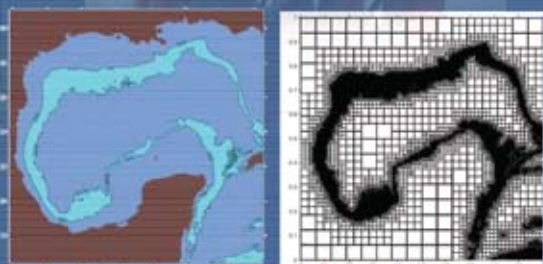


Fig 3 - Respuesta dinámica de la onda y su comparación con la solución analítica

## APLICACIONES:

- En la caracterización del estado de mar bajo los forzamientos de: Densidad, viento, marea
- En la obtención de la respuesta dinámica del océano debido a una estructura, variación del fondo marino y con la combinación de los forzantes anteriores

## CONCLUSIONES:

Desarrollo de un modelo robusto que toma en cuenta gradientes de velocidad, presión, etc, discretizado sobre mallas estructuras tipo Quad-tree, para la determinación y caracterización de las corrientes oceánicas, lo cual será el insumo importante para la determinación de las condiciones y parámetros de diseño, operación e instalación de la infraestructura petrolera en aguas profundas.

## AGRADECIMIENTOS:

Se hace mención especial al apoyo recibido por parte del Instituto Mexicano del Petróleo y del Fondo