

# ESTUDIO DE LA RESPUESTA DEL PERFIL DE PLAYA AL BALANCE ENERGÉTICO DE UN DIQUE SUMERGIDO

Manuel Arturo Castillo Rodríguez, Edgar Mendoza y Rodolfo Silva

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Escolar S/N, Edificio 8, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, México D.F., México. C.P. 04510

E-mail: mcastillor@iingen.unam.mx, emendozab@ii.unam.mx, rsilvac@ii.unam.mx

## Introducción

Las zonas costeras son de gran importancia, ya que albergan gran cantidad población, y de ellas depende un gran porcentaje de las actividades económicas mundiales. Destaca el turismo de playa como uno de los sectores más importantes en el caso de México.

Por ello esta franja debe ser protegida de agentes como la erosión producida por el oleaje. Las causas de la erosión de las playas pueden ser naturales o inducidas por las actividades humanas. La velocidad de erosión en las playas puede variar considerablemente en el espacio y en el tiempo. (Carranza-Edwards, 2010). La erosión de la costa de forma natural es causada por dos factores: (1) acción de las olas que pone en suspensión el material de la costa y (2) las corrientes litorales asociadas que alejan el sedimento a zonas desde donde ya no puede regresar.

Las olas tienen energía potencial que es función de su altura y energía cinética que es función de su celeridad. Cuando las olas se acercan a la playa y llegan a zonas de baja profundidad, la parte inferior de la ola interactúa con el fondo del mar, lo cual hace que la ola pierda velocidad y se peralte. El resultado de esta transformación es que las olas rompen, liberando gran cantidad de energía en forma de turbulencia. Este fenómeno produce abrasión y levantamiento de las partículas sedimentarias del fondo, en un proceso de acción de fuerza tractiva de la ola sobre el fondo de la playa (Ferguson, 1999). Es por ello que, la principal estrategia a que se recurre para proteger playas es la atenuación de la energía del oleaje.

Dentro de los elementos para reducir la energía del oleaje, que además interfieren poco o nada con el aspecto visual de la zona de interés, se encuentran los diques sumergidos o diques de baja cota de coronación. Normalmente, estos diques se disponen a una cierta profundidad y paralelos a la costa con el objetivo de oponer al oleaje una barrera que reduzca la energía del oleaje por reflexión, fricción y rotura. Estos diques se diseñan para que una cierta cantidad de energía penetre entre las defensas a través de los espacios entre ellos o por rebase, en el caso de diques de francobordo reducido (Fr). El objetivo de este trabajo es aportar conocimiento respecto de los procesos asociados a la interacción oleaje-estructura que derivan en disipación de energía y evaluar la respuesta de un perfil de playa arenoso en presencia de un dique sumergido para condiciones de tormenta. Para lo cual se desarrolló un programa experimental en condiciones controladas y pequeña escala.

## Metodología

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de costas y puertos del Instituto de Ingeniería de la UNAM, el cual cuenta con un canal de oleaje con longitud de 37 m, ancho de 80 cm y profundidad de 120 cm.

El canal fue dividido en los últimos 8.0 m con acrílico y así se simularon dos perfiles distintos simultáneamente, ambos con escala de líneas 1:20. En una parte se construyó un modelo de playa con berma, identificado como perfil A, y en la otra uno sin berma, referido como perfil B (Figura 1).

Las características del perfil A son: tiene una duna con una altura de 0.219 m con una anchura en la base de 0.77 m, la

pendiente en la cara expuesta es de 26° y la cara protegida de 32°. La berma es horizontal, tiene una longitud de 0.35 m, desde ahí la pendiente media de la playa es de 8° hasta el metro 23.10 donde la pendiente media es de 1° hasta llegar al fondo del canal.

La duna del perfil B tiene una altura de 0.2 m con una anchura en la base de 1.23 m, la pendiente de lado expuesto de la duna es de 16° y la de la cara protegida es de 20°. La pendiente de la playa es de 5° desde el pie de la duna hasta el metro 23.0, de ahí hasta tocar el fondo del canal la pendiente media es de 1°.

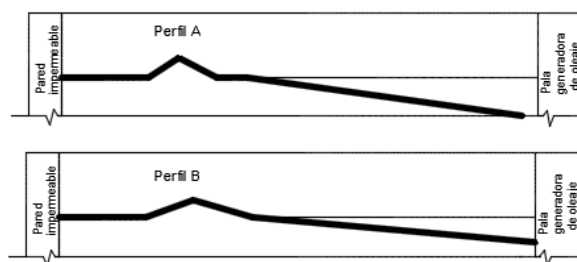


Figura 1. - Perfiles de playa idealizados.

Los ensayos se realizaron con oleaje irregular utilizando un espectro tipo JONSWAP, se efectuaron 13 pruebas en total variando la distancia del dique a la línea de costa, el periodo pico y altura significativa del oleaje. Los diques ensayados, fueron del tipo homogéneo, es decir, no contaban con un núcleo y se construyeron todos con un mismo material (cubos de concreto de 0.01m de lado). Las pendientes del talud del dique, tanto en el lado expuesto como en el lado protegido, fueron 1:2; la altura de la estructura fue de 0.15 m. El nivel medio de agua ( $h$ ) fue de 0.45 m que se aumentó 0.3 m para simular sobre-elevación por marea de tormenta.

Las condiciones de oleaje utilizadas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. - Condiciones de oleaje.

Caso	Franco bordo	Nivel de agua quieta $h$ (m)	Periodo pico	Altura significativa
	FR (m)		$T_p$ (s)	$H_s$ (m)
1	0	0.45	0.894	0.05
				0.1
	-0.03		1.118	0.05
				0.1
2	-0.15	0.45	0.894	0.05
				0.1
	-0.18		1.118	0.05
				0.1
3	0	0.45	0.894	0.05
				0.1
	-0.03		1.118	0.1

En los ensayos se midió superficie libre del agua con 11 sensores de nivel, velocidades de perfiles con 4 sensores UVP-DUO (Ultrasound Velocity Profiler), perfiles iniciales y finales con estación topográfica y filmaciones de video y fotografía fija convencional.

## Resultados

Los resultados obtenidos mostraron que el decaimiento de energía potencial, obtenida de la relación  $E_{tr}/E_i$ , en las pruebas donde el dique está muy cercano a la playa, mantiene valores muy bajos, lo que hace suponer una transmisión de energía del oleaje menor en comparación con la estructura ubicada más alejada a la playa y con un francobordo muy reducido donde la transmisión es mayor. Sin embargo, el perfil con berma también ayuda a disipar la energía que logró pasar la estructura sumergida.

Una estructura robusta también aparenta ser buena opción para una transmisión de energía pequeña, pero a un mayor costo de construcción. Este es el caso de la estructura 3 donde la transmisión de energía es mucho menor.

En relación con la energía cinética se observa que la relación de energías transmitida e incidente es mayor con diques con francobordo amplio, lo que indicaría que después de la estructura hay una mayor velocidad.

En la respuesta morfológica del perfil de playa se observó que las tres estructuras, bajo un régimen medio del oleaje, protegen adecuadamente la parte seca de la duna, perdiendo en el caso más desfavorable solo el 18 % del volumen total del material.

En el caso de tormenta de alta intensidad, los tres perfiles pierden un volumen considerable en la parte de la playa seca, sin embargo, el que protege mejor bajo estas condiciones es el dique más cercano a la costa, mientras que el peor es la estructura con un francobordo muy reducido.

En el caso de tormentas de baja intensidad, los diques protegen bien para el periodo de oleaje mayor que para el menor.

## Referencias bibliográficas

**Carranza-Edwards** (2010). "Causas y consecuencias de la erosión de playas". Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

**Ferguson B.** (2001) "Shoreline erosion and its potential control on thurmond lake". IECA. Shoreline stabilization. Soil stabilization series