

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA E HIDRODINÁMICA DE LA PLAYA SABANCUY, CAMPECHE, MÉXICO

Kuc Castilla Angel Gabriel¹, Mendoza Edgar², Posada Vanegas Gregorio³
y Silva Casarín Rodolfo⁴.

^{1,2,4} Coordinación de Hidráulica, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Escolar s/n, Edificio 5, Ciudad Universitaria, CP 04510, México. Tel. +52(55)56233600 ext. 8633.

³ Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Héroe de Nacozari No. 480 Campus VI Investigación, San Francisco de Campeche, México.

E-mail: AKucC@iingen.unam.mx, EMendozaB@iingen.unam.mx, gposadav@uacam.mx, RSilvaC@iingen.unam.mx

Introducción

Efectos como el cambio de la morfología de costas, los procesos de erosión y de crecimiento de playas son bastante notorios en diversas escalas geográficas y de tiempo. La erosión costera ha provocado la reducción de playas, el avance de la línea de costa hacia el continente, la pérdida de ecosistemas, la destrucción de playas de anidación de tortugas marinas, la intrusión salina, y cambios en la batimetría y morfología costera. Más aún, el debilitamiento de la zona costera pone en alto riesgo los valores humanos como carreteras, líneas eléctricas, casas habitación, e infraestructura petrolera (Torres et al., 2010).

La costa del estado de Campeche tiene una longitud de 523 km y una superficie de 43,534 ha cubiertas por dunas (López Rosas et al., 2014). Prácticamente todo el litoral de Campeche se encuentra en proceso de erosión dominante, en algunas playas, alternado con episodios de acreción (Torres et al., 2010).

Sabancuy es una playa de arena fina, con aguas poco profundas, oleaje tranquilo y pendientes suaves que se ha desarrollado al interior del estero del mismo nombre.

En el estero de Sabancuy se construyó, en 1980, un canal artificial rectificado con escollera en ambas márgenes. Su objetivo era el de comunicar el estero a fin de mejorar las interacciones ecológicas de este hábitat, así como mantener y hacer más eficiente la operación pesquera existente en este sitio.

El fenómeno observado después de la construcción de estas estructuras es que el transporte longitudinal de sedimentos (dirección este-oeste) se interrumpió por la colocación de las escolleras, provocando un proceso de sedimentación en la playa este y un proceso erosivo en la playa oeste.

Por tal motivo, el presente estudio se centra en analizar la evolución de la línea de costa así como caracterizar los cambios en la hidrodinámica como consecuencia de la construcción de las escolleras como parte de un diagnóstico que permita proponer soluciones efectivas considerando los puntos de vista ecológico, físico, económico y social.

Área de estudio

El estero de Sabancuy se localiza en la región oriental de la laguna de Términos y está integrado por 5 zonas: El Pujo, San Nicolás, Ensenada Polcai, Santa Rosalía y el área del poblado de Sabancuy (Figura 1).

De acuerdo con INEGI (2010), la población de Sabancuy se compone de 7,286 habitantes, 3,705 hombres y 3,581 mujeres.

El clima de la región es cálido-húmedo con tres estaciones climáticas definidas como estación de secas de febrero a abril, estación de lluvias de mayo a octubre y "Nortes" o estación de tormentas de invierno de noviembre a enero (Agraz et al., 2015).

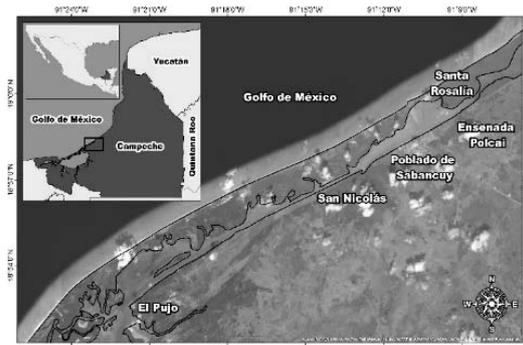


Figura 1.- Localización playa de Sabancuy.

Metodología

Para determinar las variaciones en la línea de costa se realizó una reconstrucción histórica (2004-2015) por medio de imágenes satelitales obtenidas de la base de datos de Google Earth. Las imágenes se georreferenciaron a partir de puntos de control en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Una vez que todas las imágenes se encontraban en el mismo sistema de coordenadas, se digitalizó la línea de costa, tomando como referencia la zona intermareal para posteriormente hacer una comparación y determinar los avances o retrocesos de la costa. Para determinar el área de erosión/acreción entre dos imágenes de fechas distintas, se empleó el método de cálculo de áreas de referencia. Este método consiste en trazar un polígono que toma como base la línea de costa de menor extensión. Los vértices en donde inicia y finaliza el polígono se tomaron como referencia en cada imagen. Después, se obtuvo el área continental de cada polígono, producido por la intersección de las líneas de costa. La cuantificación de los procesos de erosión/acreción se hizo a través de calcular la diferencia de áreas continentales entre dos imágenes. En este caso, un resultado con signo negativo indica erosión y un signo positivo denotará acreción (Torres et al., 2010) (Figura 2).

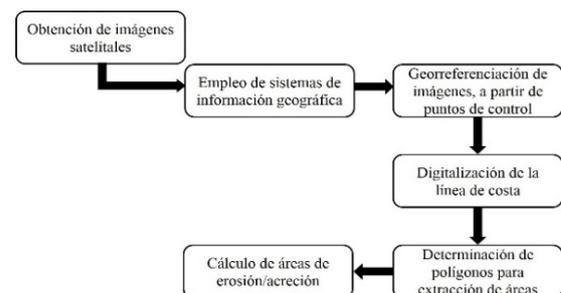


Figura 2.- Diagrama para el análisis de imágenes satelitales.

Para el análisis hidrodinámico se empleó un modelo topobatimétrico de Sabancuy obtenido a partir de un modelo digital de elevaciones (MDE) con resolución espacial de 20 m y

de mapas batimétricos de la Secretaría de Marina (SEMAR, 2011). El dominio computacional empleado abarca un área 551 km² (aproximadamente 29 km de largo por 19 km de ancho) (Figura 3).

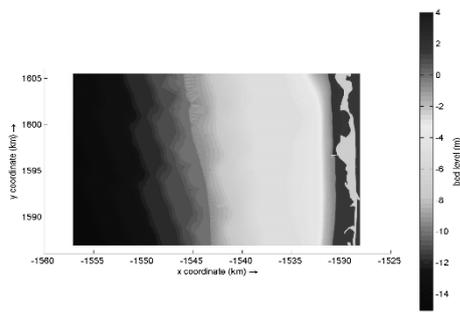


Figura 3.- Modelo topobatimétrico de Sabancuy.

La herramienta computacional elegida para estimar el campo de velocidades y el patrón del transporte litoral, es el programa XBEACH. El modelo consiste en una serie de fórmulas que representan la propagación de onda corta, ecuaciones no estacionarias para aguas someras, ecuaciones para transporte de sedimentos y la variación de la batimetría. Esta herramienta fue desarrollada para calcular el comportamiento y la respuesta a variaciones temporales de la zona costera ante los impactos de huracanes y tormentas (Roelvink et al., 2009).

Los registros de oleaje empleados como condición de frontera para el modelo se obtuvieron de la base de datos WaveWatch III, teniendo la altura de ola significativa, el periodo pico y la dirección del oleaje.

Para tener una estimación del tamaño de sedimento (D50) se realizó un análisis granulométrico con la ayuda de un medidor de partículas por medios ópticos (CAMSIZER) a partir de muestras de arena tomadas en diferentes transectos en ambos lados del canal.

Las simulaciones numéricas se realizaron considerando tres escenarios: 1) un estado inicial sin escolleras a partir de una línea de costa base 2) en condiciones actuales con escolleras y 3) con el relleno de playa.

El transporte longitudinal de sedimentos por acción de las olas, se evaluó mediante la formulación de Mil-Homens et al. (2013).

$$Q_l = 17.5 H_{sb}^{2.75} T_p^{0.89} m_b^{0.86} D_{50}^{-0.69} \sin^{0.5}(2\alpha_b) \quad [1]$$

En donde Q_l = tasa de transporte, H_{sb} = altura significativa en zona de rompiente, T_p = periodo pico del oleaje, m_b = pendiente desde la línea de rotura a la línea de costa, D_{50} = tamaño medio de sedimento y α_b = ángulo de rotura del oleaje respecto a la línea de costa.

Los resultados obtenidos nos permitieron conocer el volumen de arena necesario para restaurar el flujo natural de arena mediante la implementación de un Sistema de Bypass de Arena (SBA) como una medida para tratar de mitigar la erosión de la playa presente en el lado oeste del canal de acceso.

Resultados

Para un mejor análisis y descripción de los cambios que ha tenido la línea de costa en Sabancuy se dividió la zona en dos secciones, tomando como punto de división el canal artificial que sirve de comunicación entre el mar y el estero. Se analizó cerca de 1.6 km de playa en el lado este del canal de acceso y aproximadamente 9 km en su costado oeste.

Como resultado de los análisis de imágenes de satélite, las áreas de acreción y erosión se muestran en la Tabla 1, obtenidas durante un periodo de 11 de años (2004-2015), así como el

balance de sedimentos entre las zonas.

Tabla 1.- Balance de áreas de acreción y erosión.

Periodo	Zona	Acreción [m]	Erosión [m]	Balace de sedimentos [m]
38	Playa este	70,933	0	70,933
44	Playa oeste	31,348	48,349	-17,001

Las velocidades de corrientes encontradas en la zona cercana a la escollera oscilan entre los 0.4 – 0.6 m/s

Se encontró que el volumen de sedimento transportado longitudinalmente es de 29,036 m³/año, lo que se considera que es el volumen de arena necesario que se debe colocar en la playa oeste, mediante la aplicación de un SBA.

Se propone que el material para el relleno de la playa sea tomado del interior del estero de Sabancuy con la ayuda de dragas, pues debido al canal artificial y al transporte longitudinal parte del sedimento que logra pasar la escollera se introduce al estero, lo que ha generado zonas de azolvamiento. De ser necesario un mayor volumen de arena para el relleno de la playa, se considera tomar parte del sedimento en la zona de acreción de la playa este (Figura 4). El transporte de la arena desde el sitio de dragado hasta su colocación final, será por medios terrestres, dado que la distancia de transporte es pequeña.



Figura 4.- Ubicación de zonas de erosión y sedimentación.

Referencias

- Agraz Hernández, C. M., Chan Keb, C. A., Iriarte Vivar, S., Posada Vanegas, G., Vega Serratos, B., & Ostí Sáenz, J. (2015). "Phenological variation of Rhizophora mangle and ground water chemistry associated to changes of the precipitation". *Hidrobiológica*, pp. 49-61.
- INEGI. (2010). Censo de población y vivienda 2010. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/>
- López Rosas, H., Moreno-Casasola, P., Infante, D., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Martínez, M.L., Rodríguez-Revelo, N., Espejel González, V. y Monroy, R. (2014). Campeche. En: Diagnóstico nacional de dunas costeras. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Sistema Nacional de Información, pp. 169-180.
- Mil-Homens, J., Ransinghe, R., van Thiel de Vries, J.S.M., Stive, M.J.F. (2013). "Re-evaluation and improvement of three commonly used bulk longshore sediment transport formulas". *Coastal Engineering*, pp. 29-39.
- Roelvink, J.A., Reniers, A., van Dongeren, A., van Thiel de Vries, J.S.M., McCall, R. y Lecinski J. (2009). "Modelling storm impacts on beaches, dunes and barrier islands". *Coastal Engineering*, pp. 1133-1152
- SEMAR. (2011). Carta Náutica Bahía de Campeche. SM 840.
- Torres Rodríguez, V., Márquez García, A., Bolongaro Crevenna, A., Chavarria Hernández, J., Expósito Díaz, G. y Márquez García, E. (2010). Tasa de erosión y vulnerabilidad costera en el estado de Campeche debidos a efectos del cambio climático. En: Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. Semarnat-ine, unam-icmyl, Universidad Autónoma de Campeche, pp. 325-344.