1er. CONGRESO DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA LA ARQUITECTURA, DISEÑO E INGENIERÍA

17

UN MODELO DE LA ESTRUCTURA DE LA PLAYA EN LAS COSTAS DE YUCATÁN

I.C. Domínguez-Rodríguez G,
I,C. Zetina-Moguel Carlos E
I.C. Pech-Pérez J.
I.C. García-Sosa J.,
I.C. Osorio-Rodríguez H.
I.C. Sánchez Y Pinto I.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ADMINISTRACIÓN PARA EL DISEÑO

UN MODELO DE LA ESTRUCTURA DE LA PLAYA EN LAS COSTAS DE YUCATÁN

I.C. Domínguez-Rodríguez G,
I,C. Zetina-Moguel Carlos E
I.C. Pech-Pérez J.
I.C. García-Sosa J.,
I.C. Osorio-Rodríguez H.
I.C. Sánchez Y Pinto I.

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán,
Avenida Industrias no Contaminantes por Anillo Periférico Norte s/n,
Tel. (999) 9410191 ext. 7131, Fax. (999) 9410189, e-mail: zmoguel@uady.mx

RESUMEN

Las playas de Yucatán son formaciones recientes de material no consolidado que se deposita sobre un sustrato rocoso más antiguo llamado caliche. El caliche es una formación rocosa bastante impermeable que confina estratos de suelo porosos y en los cuales se desarrollan los acuíferos subterráneos de la península de Yucatán.

El objetivo de este trabajo es elaborar un modelo conceptual, matemático y computacional que permita representar la estructura de las playas de la costa de Yucatán así como obtener estimaciones de volúmenes de material superficial no consolidado.

El modelo conceptual se elaboró con base en la literatura existente sobre el tema; el modelo matemático para casos particulares se basa en el uso de un algoritmo de interpolación por distancias inversas y observaciones de posición y altura en las playas.

El programa computacional se construyó en Microsoft Visual Basic 6 con la librería DirectX 8 cuyas funciones se usaron para crear las rutinas para generar gráficos en tercera dimensión.

El programa computacional elaborado representa visualmente de manera clara y didáctica la estructura de las playas de Yucatán y permite la estimación de volúmenes de material no consolidado depositados sobre el caliche.

UN MODELO DE LA ESTRUCTURA DE LA PLAYA EN LAS COSTAS DE YUCATÁN

I.C. Domínguez-Rodríguez G,
I,C. Zetina-Moguel Carlos E
I.C. Pech-Pérez J.
I.C. García-Sosa J.,
I.C. Osorio-Rodríguez H.
I.C. Sánchez Y Pinto I.

INTRODUCCIÓN

La línea de costa de Yucatán está constituida principalmente por playas arenosas formando barras que separan el mar de sistemas lagunares costeros que mantienen comunicación con el mar. Estas playas son de gran importancia desde la perspectiva ambiental, social y económica y en los últimos años ha crecido la preocupación por el deterioro o pérdida de estos ambientes (Ellison y Farnwort 1996, Barrera 2001, Euan 2002, Herrera et al 2002, Capurro 2003, Herrera et al 2004).

La problemática de las playas tiene orígenes naturales y antropogénicos y está relacionada con procesos de contaminación, perturbaciones debidas a construcciones, al uso turístico e industrial entre otras actividades productivas así como alteraciones en la forma y estructura de los ambientes debidos a procesos de erosión (pérdida de las playas por desplazamiento de material no consolidado) o acresión (acumulación de material no consolidado) (Quintal 1996, Sánchez et al 2007).

La búsqueda de soluciones para detener, revertir o evitar el deterioro del ambiente ha propiciado estudios orientados a comprender los procesos costeros, a desarrollar herramientas conceptuales y metodológicas y a proponer soluciones basadas en el mejor conocimiento existente SCT-IMT 2000, Capurro et al. 2002, Euan y Scout 2002, Aguayo 2003, Azuz 2004, Belfiore, 2004). En esta perspectiva el presente trabajo propone un modelo de playas que incorpora nuestros conocimientos sobre la estructura de las playas de la península de Yucatán y permite cálculos de volúmenes de arena.

Desde una perspectiva geológica las playas de la costa de Yucatán son formaciones recientes. El sustrato geológico del norte Península de Yucatán tiene un origen orgánico (Logan et al 1969, Merino 1987, Nolasco-Montero y Carranza-Edwards 1987, Alonzo et al. 2006), las formaciones rocosas son de origen coralino o de estructuras calcáreas de organismos muy diversos, estas estructuras fueron sometidas a varios procesos de erosión y cementación en condiciones subacuáticas o aéreas durante prolongados períodos de cambios en el nivel del mar debidos a glaciaciones y períodos interglaciales. El resultado de estos procesos se resume en capas rocosas que debido a las diferencias en constitución y a los ambientes a los cuales fueron sometidos presentan características diferentes de dureza, porosidad, impermeabilidad, y otras características físicas y químicas. A pesar de estas diferencias que pueden ser notables aún en pequeñas o medianas escalas espaciales el sustrato rocoso comparte rasgos generales. Se trata de estratos de materiales rocosos algunos de los cuales son amplias placas rocosas impermeables que confinan materiales menos duros y con una mayor permeabilidad lo que permite la acumulación de agua subterránea.

En la región costera estas extensas placas duras e impermeables se pueden observar desde unos pocos kilómetros tierra adentro y a partir del nivel del mar hasta varios kilómetros mar adentro también a partir del nivel del mar. Sobre estas amplias placas duras e impermeables conocidas localmente como caliche se han depositado en tiempos recientes una gran cantidad de restos de esqueletos, conchas y estructuras duras de organismos marinos. Este material en su mayoría calcáreo forma las arenas, arcillas y otros materiales no consolidados que forman las playas y la mayor parte del sustrato depositado sobre el caliche en la franja costera (Logan et al 1969, Nolasco-Montero y Carranza-Edwards 1987, , Hildebrand et al. 1998, Perry et al. 1995, Bautista-Zuñiga et al. 2003).

La acción combinada de las aguas costeras y el viento dan movilidad a los materiales no consolidados y la naturaleza física o química del material, la vegetación y algunas formas animales tienden a disminuir la movilidad de este material. El resultado son playas, dunas, lagunas costeras y marismas con equilibrios de diferente estabilidad. Pero el mayor dinamismo en cuanto a formas se sitúa en la zona de playa.

El objetivo de este trabajo fue elaborar un modelo conceptual, matemático y computacional que permitiera representar la estructura de las playas de la costa de Yucatán así como obtener estimaciones de volúmenes de material no consolidado.

MÉTODO

El modelo conceptual se obtuvo por revisiones bibliográficas, destacan los trabajos de Bonet 1967, Logan et al. 1969, Duch-Gary (1988 y 1991), CNA (1997). La confirmación de las características generales el modelo se obtuvo mediante mediciones realizadas en el campo.

Se hicieron mediciones a partir de la línea de costa en las siguientes posiciones:
1.- 21°16’ 23.24” N, 89° 44’ 7.14” W (Chuburná)
2.- 21°16’ 54.17” N, 89° 41’ 45.99” W (Playón de Progreso)
3.- 21°17’ 20.25” N, 89° 39’ 15.62” W (Progreso, Yucatán)
4.- 21° 17’ 45.21” N, 89°36’ 26.23” W (Chicxulub)

Adicionalmente se utilizaron mediciones de la zona submareal y supramareal de la playa situada en 21 36.658 N 88 02.984 W (Coloradas).

La pendiente del fondo marino más allá de la zona arenosa (fondo rocoso o caliche) se midió con un GPS diferencial, ecosonda y mediciones con sondalezas, entre los 200 y 700 metros de la orilla y entre 3 y 6 m de profundidad, se verificó por buceo la naturaleza rocosa del fondo, se calcularon altitudes elipsoidales y se hicieron transformaciones utilizando mediciones del nivel del mar durante las campañas de muestreo.

También se realizaron mediciones de perfiles de playa en la zona arenosa tanto en la zona submareal como en la zona supramareal hasta los sitios donde había construcciones. La información recabada entre los 200 y 700 metros de la costa permitió ajustar modelos de la estructura de la placa rocosa o caliche y la información tomada entre el nivel del mar y aproximadamente 100 metros del nivel del mar permitieron calcular perfiles en equilibrio.

Se analizaron los modelos de perfiles en equilibrio de Dean, Bodge para la playa de Chuburná ya que no presentaba barra arenosa submareal y de Inman y Hsu para la playa de Chixchulub que presentó una barra arenosa submareal.

En resumen, las mediciones realizadas permitieron estimaciones de la pendiente del caliche, de los parámetros de los modelos de perfil de playa, de la altura de la arena en relación al caliche en las coordenadas del nivel del mar y que representaran la playa supramareal hasta cerca de cuarenta metros tierra adentro así como su altura en relación al nivel del mar y del caliche.

El ajuste de los modelos se hizo por minimización de cuadrados utilizando la función SOLVER de una hoja de trabajo de EXCEL. Como método de interpolación se probaron las técnicas de distancias inversas y Kriging.

Para las interpolaciones con Kriging se hicieron análisis de semivarianza y para esto se utilizó el software GS-plus para Windows. La selección del método de distancias inversas en el modelo de computadora se debe a la facilidad de la implementación en relación al proceso de análisis que fundamenta el Kriging.

El programa computacional para la visualización del modelo de la playa, fue desarrollado utilizando el Microsoft Visual Basic 6 con la librería de gráficos DirectX 8 y está constituido de cuatro elementos: 2 módulos con código de las funciones para visualización y 2 formularios con las ventanas que sirven como interfaz de usuario y para la visualización del modelo de manera gráfica.

1. El módulo D3Dtools.bas contiene rutinas, constantes y tipos de datos básicos para poder trabajar de manera más fácil con la librería del Direct3D que es a su vez una sublibrería del Ms DirectX.
2. El módulo Interp.bas contiene las rutinas de tipos de datos y declaraciones de variables públicas necesarios para el funcionamiento del software. Este módulo está específicamente diseñado para la aplicación deseada.

3. El formulario frmIntro.frm contiene tanto la mayor parte de la información de la interfaz gráfica como el código fuente principal de la aplicación. Es aquí donde se emplean las rutinas, constantes, tipos de datos y declaraciones de variables contenidos en los 2 módulos.
4. El formulario frmOptions.frm prácticamente no contiene más código fuente que 3 líneas. Sin embargo su fin es fungir como cuadro de diálogo auxiliar para que el usuario pueda especificar como desea llevar a cabo la interpolación.

A continuación se describen los procesos más importantes que se realizan para la creación del modelo tridimensional de la estructura de la playa:

a) Lectura de datos.

Los datos son leídos a partir archivos en formato de texto ASCII, donde las filas son delimitadas por saltos de líneas (valor devuelto al ser presionada la tecla Enter), y los campos son delimitados por comas. Este formato de archivo puede ser manejado por Microsoft Excel, usando archivos con extensión CSV.

Cada línea del archivo de texto contiene cinco valores numéricos con la información de un punto específico de la playa de acuerdo a lo siguiente:

Posición del dato	Contenido	Descripción
1	Coordenada x del punto	Valor en metros en el sistema de Coordenadas UTM-1983 para la zona 16.
2	Coordenada Y del punto	Valor en metros en el sistema de Coordenadas UTM-1983 para la zona 16.
3	Altura (Z) del punto	Altura del punto sobre la superficie sólida de arena o caliche con respecto a …
4	Altura de la columna de arena	¿Espesor? en metros de la capa de arena.
5	Altura de la columna de la caliche	¿Espesor? en metros de la capa de caliche

Para un valor de Z tenemos que 0 es el nivel del mar, un valor positivo se halla arriba del mismo y un valor negativo abajo. Tanto el alto de la columna de arena como la de caliche solo pueden tener valores positivos o cero.
La rutina encargada de realizar la lectura de datos lleva por nombre *CargarPuntos* y se halla en el módulo *Interp.bas*. Para leer los datos se usan siguientes las instrucciones comunes del Basic : *Open, Line Input y Close.* Que sirven para abrir un archivo, leer una línea de texto y cerrar un archivo respectivamente.

En esta rutina también se obtienen las dimensiones máximas y mínimas Que permitirán, en su momento, definir una escala apropiada para dibujar la playa.

b) Interpolación.

La naturaleza de los datos topográficos o batimétricos obtenidos en campo algunas veces requiere de un proceso de iterpolación, en este caso la rutina empleada lleva por nombre Obtener y se encuentra en el módulo Interp.bas.

La rutina tiene tres parámetros, *X, Y y Nivel*, donde *X y Y* son las coordenadas del punto del que se desea obtener la altura, y *Nivel* que especifica de que valor de altura se desea obtener (0 valor de Z, 1 columna de arena y 2 columna de caliche), la rutina *obtener* es una función, o sea que devuelve un valor, en este caso el valor de la altura deseada.
La formulas empleadas para obtener el valor deseado son las siguientes:

$$Z_{Nivel} = \frac{\sum_{n=1}^{N} \frac{Z_{Nivel,n}}{D_n^{C1}}}{\sum_{n=1}^{N} \frac{1}{D_n^{C1}}}, \quad D_n = \sqrt{(X_n - X)^2 + (Y_n - Y)^2}$$

Donde *N* es el número de mediciones, *n* es la medición actual, C1 es una constante para suavizar la interpolación, *Dn* es la distancia entre el punto actual y el punto del que deseamos conocer la altura, *X y Y*, son las coordenadas del punto deseado, *Znivel* es la altura del nivel que deseamos, *Xn y Yn* son las coordenadas del punto actual, y *Znivel,n* es la altura del nivel actual.

En el algoritmo puede darse el caso que Dn sea cero, lo que conduciría a un valor infinito, si se calcula el límite de Znivel en este caso se tendría que Znivel es igual a Znivel,n, por lo cual para que no ocurra un desbordamiento se terminaría prematuramente la rutina y se devolvería el valor de la altura del nivel actual.

c) Dibujo

El procedimiento para dibujar los objetos en tercera dimensión es el siguiente: se crea la geometría que son todos objetos que van a ser visualizados, Luego, en tiempo real se van dibujando las geometrías previamente creadas esto se conoce como renderizado.

1. Creación Geometría.

La rutina encargada de crear la geometría lleva por nombre *InitGeometry* y se encuentra en el formulario *frmIntro.frm.* en esta rutina primero se cargan las texturas empleadas.

Posteriormente usando la precisión que el usuario haya escogido se obtienen los valores de las alturas de los puntos para cada uno de los niveles (capas) que se encuentren en la zona a visualizar, estos valores se ajustan a la visualización, e inmediatamente después, se obtienen los valores de las normales (gradientes) de cada punto numéricamente, las normales son requeridas para calcular la iluminación de las superficies.

Ya teniendo los puntos en memoria, se procede a crear los objetos a visualizar. Para esto se invoca repetidamente a la rutina *Unidad*, que se encuentra en el módulo *Interp. bas.* la rutina *Unidad* crea un pequeño cuerpo que viene siendo un diferencial de toda la superficie. Esto, con el fin de que se puedan hacer cortes en tiempo de renderizado. Esta rutina le asigna a cada cuerpo un valor de textura correspondiente al nivel al que pertenece. Se calcula la iluminación de la superficie tendiendo el valor normal y el vector de luz realizando un producto cruz entre ellos, si el resultado va de 0 a 1 el color se aclara proporcionalmente al valor obtenido, si el resultado va de –1 a 0 el color se oscurece igualmente de manera proporcional al valor. Dentro de la rutina Unidad, los objetos se crean con tres funciones del *Direct3D: CreateMeshFVF, D3DXMeshVertexBuffer8SetData*

y D3DXMeshIndexBuffer8SetData. La primera es en realidad un método[1] de un objeto *D3DX8*, cuyo fin es crea una malla (mesh) que puede ser posteriormente renderizada. La función *D3DXMeshVertexBuffer8SetData* le asigna los puntos (vértices) almacenados en un arreglo a la malla previamente creada.

Finalmente, *D3DXMeshIndexBuffer8SetData* que se encarga de asignarle a la malla los índices necesarios para la triangulación, o sea, especifica que vértices pertenecen a cada triángulo, ya que toda la geometría 3D se halla compuesta por triángulos.

2. Renderizado.

La rutina encargada del renderizado lleva por nombre *Render*, y se encuentra en el formulario *frmIntro.frm.* lo primero que se hace es limpiar el buffer, luego se realizan ajustes al Direct3D, posteriormente se invoca a una rutina también contenida en el mismo formulario, *SetupMatrices*, que configura las proyecciones requeridas para la correcta visualización.

Después se efectúa el dibujado de cada fragmento de superficie previamente creado, para esto se toma en cuenta que las posiciones de los objetos se encuentren en el área delimitada por los planos de corte, si se hallan fuera de dicha área o el nivel actual no se encuentra activado el elemento no será renderizado. Después de esto se renderiza el agua. Terminando con todo esto se procede a visualizar toda la información renderizada, esto a través del método Present un objeto Direct3DDevice8, en este caso g_D3DDevice

Cálculo del Área.

Esto se realiza a través de la rutina *CalculoArea* que se encuentra el formulario *frmIntro. frm*. Se realizan 3 integrales dobles numéricas (integrales de Riemann), uno por cada nivel. Una integral de Riemann no es más que la suma de todas las alturas de los puntos

1 Concepto de Programación Orientada a Objeto, un método es una acción que realiza un objeto. Por ejemplo, si nuestro objeto es un caballo uno de sus métodos sería trotar, otro dormir y así sucesivamente.

pertenecientes al área acotada, multiplicando el resultado de la suma por el diferencial (distancia constante entre cada punto) al cuadrado por tratarse de una integral doble. Luego se despliegan los datos, la diferencia entre las áreas de las primeras dos superficies nos da el volumen de arena, la diferencia entre el volumen de la segunda y la tercera superficie nos da el volumen de caliche.

RESULTADOS

Las mediciones realizadas sobre la roca del fondo marino a distancias de 200 y 700 metros de distancia a partir del nivel del mar permitió estimaciones de la pendiente: -0.002. La altura de la arena sobre el caliche en las coordenadas del nivel del mar fue de –5.37 (Chuburná), -3.05 (Chixchulub) y – 4.39 (Progreso).

El perfil de playa de Progreso presentó dos barras arenosas en la zona submareal, en Chuburná no se presentó barra arenosa, en La Técnica pesquera se presentó una barra arenosa y en Chixchulub se presentó una barra arenosa.

La zona supramareal de las playas en el área de estudio depende mucho de las construcciones de vivienda o de infraestructura turística. Su forma característica es de una pendiente lineal de -0.06 a -0.08 desde la parte más alta hasta el nivel del mar.
Por lo general se presentan discontinuidades y algunas veces escalones que se pueden considerar efímeros por su corta duración (horas y a veces unos pocos días). Las longitudes máximas de las playas desde el nivel del mar hasta la zona de construcciones en el área de estudio rara vez excede los veinte metros.

El programa computacional fue probado utilizando datos topográficos y batimétricos de la playa de Progreso Yucatán. En las Figuras 1, 2 y 3 se muestra la presentación general del software.

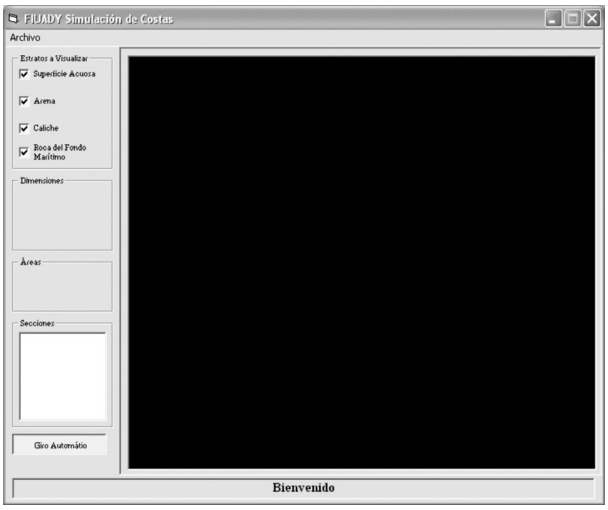
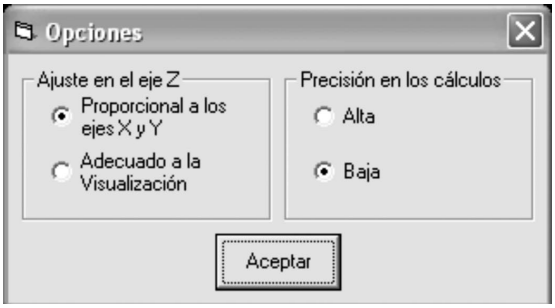


Figura 1.- En el recuadro superior se muestra la Presentación del Software, en la opción “Archivo” se presentan las opciones “Cargar datos a simular” y “Salir”

Figura 2.- Al elegir Cargar datos se presenta el panel con opciones de ajuste en el eje de Z y de Precisión de cálculos.



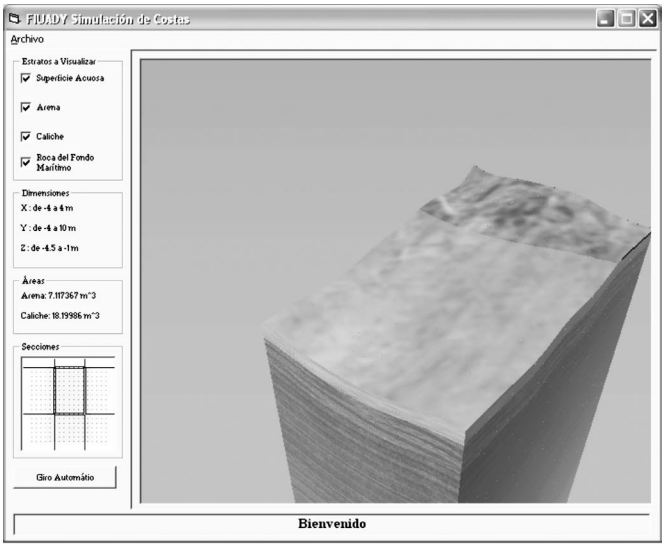


Figura 3.- Representación de una fracción de la playa. En la figura se ha detenido el giro automático que se maneja en el botón inferior y se ha recortado la sección que se indica en el recuadro inmediatamente superior al botón de Giro automático. Los cálculos de volúmenes de arena y caliche se presentan inmediatamente arriba.

DISCUSIÓN

El estudio de las costas de Yucatán ha cobrado una gran importancia en los últimos tiempos, la información relevante que puede ser utilizada para un manejo sustentable de la costa considerando la intervención con obras de ingeniería es cada vez más en cantidad y calidad, su uso adecuado requiere la incorporación de herramientas que faciliten la comprensión de procesos, que permitan representarlos y que adquieran un carácter predictivo.

El uso de los modelos explorado en este trabajo incorpora una gran cantidad de información de muy diversas fuentes; en el caso de la estructura de la costa son muchos los autores que han abordado el tema desde perspectivas que abracan estudios geológicos (Hildebrand et al. 1998), geográficos recientes (Batllori et al. 2006) de las estructuras, composición física (Alonzo et al. 2006) y composición biológica (Sánchez et al. 2007).

El modelo general presentado en este trabajo no es nuevo, sin embargo los datos de campo obtenidos son un elemento más que confirman el modelo conceptual y arrojan nueva información sobre el detalle de la estructura de la costa. En este sentido el uso de geoposicionadores diferenciales con alta resolución facilitó la obtención de mediciones topográficas y batimétricas.

La propuesta de modelación matemática y computacional de los procesos es en cambio un intento limitado ante el desarrollo tecnológico actual pero novedoso en términos de esfuerzos locales para incorporar métodos más eficientes en la práctica de la ingeniería. Tanto el lenguaje computacional utilizado cómo los métodos matemáticos y de cálculo permitieron alcanzar los objetivos de este trabajo, sin embargo el desarrollo de una herramienta eficiente requiere el análisis y la experimentación de otras alternativas.

REFERENCIAS

AGÜAYO, G. M., (2003). Patrones de Variación de la Vegetación Acuática Sumergida en la Costa de Yucatán como Indicadores de la Calidad del Agua Costera, Tesis de Maestría, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, México.

ALONZO S.L., VINAJERA R.C. Y RODRÍGUEZ R.G. (2006). Granulometría de dos tipos dominantes de suelo en el estado de Yucatán. Ingeniería 10(3): 61-68.

ANFUSO G. AND N. RUIZ 2004. Morfodinámica de una playa mesomareal expuesta con terraza de baja mar (Faro, Sur de Portugal). Ciencias Marinas 30(4):575-584.

AZUZ, A. I., (2004). El Manejo de los Cambios en la Morfología Costera. En: "El Manejo Costero en México", Ed. EPOMEX, México, 235-252

BARRERA C. M., (2001). Deformación en la Línea de 1 Kilómetro de Playa Comprendido Entre las Comisarías de Chelem Puerto y Chuburna Puerto. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

BATLLORI-SAMPEDRO E., GONZÁLEZ-PIEDRA J.I., DÍAZ-SOSA J. Y J. L. FEBLES-PATRÓN. (2006). Caracterización hidrológica de la región costera noroccidental del estado de Yucatán, México. Investigaciones Geográficas, Boletín 59.

BAUTISTA-ZUÑIGA, F., BATLLORI-SAMPEDRO, E., ORTIZ-PÉREZ, M. A., PALACIOS-APONTE, G. Y CASTILLO-GONZÁLEZ, M. 2003. Geoformas, agua y suelo en la Península de Yucatán. En: Colunga-García Marín, P., Larqué, A. (Eds.) Naturaleza y sociedad en el área maya: pasado, presente y futuro. 21-35.

BELFIORE, S., (2004), Indicadores para la Gestión Integrada y el Desarrollo sostenible de las Zonas Costeras: A Nivel Regional. En: "El Manejo Costero en México", Ed. EPOMEX, México, 51-68

BERNABEU A.M., MEDINA R. Y C. VIDAL. (2002). Efecto de la reflexión sobre la forma de equilibrio del perfil de playa: validación para la costa de la península Ibérica. Rev. C. & G., 16-(1-4), 83-95.

BERNABEU A.M., MEDINA R. Y C. VIDAL.(2002 b). An equilibrium profile for tidal environments. SCI. MAR., 66 (4): 325-335

BERNABEU A.M., MEDINA R. Y C. VIDAL.(2002 c). Influencia de un sustrato rocoso en la morfología del perfil de playa: Playa Victoria, Cádiz. Ciencias Marinas 28 (2): 181-192

BONET F. 1967. Biogeología subsuperficial del arrecife Alacranes, Yucatán. Instituto de Ecología. UNAM. 192 p

CAPURRO F. L., EUAN, J. Y J. HERRERA. 2002. Manejo sustentable del ecosistema costero de Yucatán. Avance y Perspectiva vol. 21: 195-204

CAPURRO F. L..2003. Un gran Ecosistema Costero: La Península de Yucatán.Avance y Perspectiva Vol. 22: 69-75

CNA. 1997. Cortes litológicos de la costa yucateca. Delegación regional de la Comisión Nacional del Agua. Mérida, Yucatán.

DUCH-GARY J. 1988. La conformación territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo. México

DUCH-GARY J. 1991. Fisiografía del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México

ELLISON M. A. & FARNWORT E. J.(1996). Atropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: past impacts, present trends, and future predictions. Biotropica 28(4a): páginas 549-565.

EUAN A. J., Scout W. G. (2002). Promoting Integrated Coastal Management in the Yucatan Peninsula, Mexico, “Journal of Policy Studies”, Vol 12, EUA, 1-16.

HERRERA S. J. A., Medina G. N., Zaldivar J. A., Ramírez J., Trejo J. (2002). Trophic Status in Coastal Waters of the Yucatán Península (SE, Mexico) Using Water Quality Indicators. En: “C.A. Brevibia (Ed.) Environmental Problems in Coastal Regions IV”. Wit-Press, EUA. 351-359

HERRERA S. J. A., Comín S. F., Capurro F. L. (2004); Los Usos y Abusos de la Zona Costera en la Península de Yucatán. En: “El Manejo Costero en México”, Ed. EPOMEX, México, 387-396

HILDEBRAND A.R., M. PILKINSTON, C. ORTIZ-ALEMÁN, R.E. CHAVÉZ, M. CONORS. E. GRANIEL-CASTRO, A. CAMARA-ZI, J.F. HALPENNY AND D. NIEHAUS. 1998. Mapping Chicxulub crater structure with gravity and seismic reflection data. In GRADY, M. M., HUTCHINSON, R. McCALL, G.J.H. & ROTHERY, D.A. (Eds.) Meteorites: flux with time and impact effects . Geological Society. London. Special Publications, 140, 155-176.

HSU. T.W.; TSENG, I.F., and LEE, C.P., 2006. A New Shape Function for Bar-Type Beach Profiles, Journal of Coastal Research. 22(3), 728-736, West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.

Las citas, reproducciones gráficas y fotográficas, trabajos de diseño y demás material incluido en el presente texto, está libre del pago de derecho de autor, según la “Ley Federal de Derechos de Autor”, publicada en el Diario Oficial de la Federación, de diciembre 31 de 1965, reformada según decreto del 4 de noviembre de 1963. El artículo 18 de dicha ley, dice al pie de la letra:

“Art. 18. El derecho de autor no ampara los siguientes casos:

c) La publicación de obras de arte o arquitectura que sean visibles desde lugares públicos.

d) La traducción o reproducción, por cualquier medio, de breves fragmentos de obras científicas, literarias o artísticas, en publicaciones hechas con fines didácticos,..., etc.”

Las Memorias del 1er. Congreso de Administración y Tecnología para la Arquitectura, la Ingeniería y el Diseño se terminaron de imprimir en el mes de Junio de 2008.

La presente edición consta de 150 ejemplares.
(Tanto de impresión grafica como electrónica)