

Análisis crítico sobre las metodologías para la rehabilitación y protección de playas

INTRODUCCIÓN

La protección y rehabilitación de playas es una realidad inminente en la mayoría de las playas del mundo. Llevar a cabo estas actividades es un proceso complejo. Esto se debe fundamentalmente a la determinación de las causas y procesos imperantes en el sistema y a los requerimientos técnicos de las soluciones. Según sean las causas, se deberá adoptar la estrategia conveniente.

Para caracterizar adecuadamente estas causas es indispensable llevar a cabo la recolección de datos correspondiente. Los proyectos asociados con este tipo de actividades son costosos. En este orden, es necesaria una metodología de diseño capaz de guiar a los especialistas en estas labores para garantizar soluciones más efectivas.

ANTECEDENTES

Después de realizar investigaciones orientadas a solucionar zonas de playas erosionadas dirigidas por el Dr. Córdova (Lausman et al. (2003), Matamoros y Peraza (2004), van der Hengel et al. (2004), Torres (2007), Córdova y Torres (2008)), y obtenido algunos datos de la zona de estudio, que incluían el análisis de proyectos realizados por otras instituciones y consultar la literatura internacional, se pudo constatar que existían aspectos que no permitían a los especialistas realizar proyectos de forma completa fundamentalmente por dos razones: la existencia de metodologías de diseño que no satisfacían totalmente los pasos necesarios para realizar los proyectos y que existe mucha información dispersa en un número importante de literatura, lo que hace más compleja la toma de decisiones.

Por las razones antes expuestas se establece como objetivo desarrollar una metodología general de diseño que

Resumen / Abstract

Las obras de ingeniería para la rehabilitación de playas requieren de una metodología de diseño que permita a los ingenieros realizar de forma óptima los proyectos ya que es necesario recolectar y ordenar los datos así como seleccionar los métodos para enfrentar y resolver el problema de la erosión costera. El Grupo de Modelación Física de Obras Costeras y Marítimas del Centro de Investigaciones Hidráulicas ha tenido que recurrir a plantear metodologías de trabajo para desarrollar de forma más eficiente los proyectos de rehabilitación de playas. Las mismas, a medida que se ha ganado en experiencia con el desarrollo de varios trabajos, se han mejorado. El desarrollo y análisis de la evolución de una metodología se expone a continuación.

Palabras Clave: protección de playas, rehabilitación, playa, metodología, erosión

Engineering works for beach rehabilitation require a design methodology that allows designers to make projects in an optimal way. This is because data collection and ordering as well as selection of methods are needed to face and solve coastal erosion problems. The Physical Models Group on Coastal and Maritime Works in the Centro de Investigaciones Hidráulicas has been in position to develop working methodologies to make beach rehabilitation projects more efficient. These, after experience accumulation from many works, have been evolving and improving. Development and analysis of evolution of the resulting methodology is shown below.

Keywords: beach protection, rehabilitation, beach, methodology, erosion

satisfaga los pasos para las propuestas de solución. Para darle cumplimiento a este objetivo fueron consultados y analizados varios trabajos. Un análisis crítico sobre estos se muestra a continuación.

Lausman et al. (2003) surge como resultado del estudio de erosión del tramo más crítico de la playa varadero. Matanzas. Cuba. En esta propuesta no se toman en cuenta los datos geológicos, climáticos, oceanográficos, biológicos y fluviales. Por otra parte, en la estimación de las consecuencias solo incorporan los aspectos relacionados con la salud, la recreación y el medioambiente, cuando **■** Intervienen otros tales como los técnicos, funcionales, sociales, económicos y judiciales y legales, además, no se indica como interviene esta evaluación de aspectos en las actividades subsiguientes y, por último, no se detalla de forma clara como debe actuarse ante fenómenos a corto plazo como son los ciclones tropicales que impactan la zona anualmente.

En el año 2004, en el estudio realizado por (Matamoras y Peraza 2004) se incluye este último aspecto, aunque relacionado solo con el vertimiento de arena. En la metodología general la definición del área de proyecto es pobre al definirla sólo con la batimetría y el clima marítimo, cuando se puede haber incluido los datos geológicos, climáticos, sedimentológicos, biológicos y fluviales. La estimación de la capacidad de transporte de sedimentos longitudinal es un elemento anterior para determinar y cuantificar las causas de erosión, pero no es el único, por lo que debieron tomarse en cuenta otras posibilidades de transporte de sedimentos como el transversal, que predomina en condiciones de tormenta, el eólico y el fluvial. Definir los requerimientos del proyecto es independiente de la estimación de la capacidad del transporte de sedimentos por lo que debe analizarse y plantearse como una actividad aparte. La metodología no prevé las actividades de ejecución y evaluación de la solución. Para el caso del análisis a corto plazo no necesariamente el diámetro medio es el parámetro que contiene la información necesaria para caracterizar la mecánica del sedimento. Entre otros parámetros es importante tener información sobre el factor de forma, velocidad de caída, velocidad de inicio de movimiento, densidad, distribución granulométrica, etc. y no se especifica con que actividades se relacionan la Batimetría y el Clima Marítimo, así como el tipo de perfil.

En la metodología correspondiente a CUR (1987), planteada en el Manual de Alimentación Artificial de Playas del Centro de Investigaciones Ingenieras de DELFT (Reporte 130), se puede apreciar que en la selección de medidas de protección se plantean varias aunque solo la variante de suministro de arena se emplea para la consecución de acción con el Diseño de la misma, dejando inconcluso cualquier variante que contemplara una solución de otro tipo, que también han sido efectivas.

Por su parte, la metodología de CIRIA (1995) no expresa nada acerca de la recogida de datos, estudio de los procesos morfológicos y determinación de las causas de erosión y de requisitos de proyecto. Torres (2007) toma en cuenta la posibilidad de evaluar las acciones llevadas a cabo y para valorar su impacto, sin embargo, presentaba una estructura de pasos compleja. En las zonas críticas denominadas Varadero Histórico, Kaput et al. (2007) y zona de los hoteles Meliá, Córdova y Torres (2008) en la playa de Varadero fue aplicada esta nueva versión, en las que se propusieron soluciones con un mayor grado de elaboración.

■ **METODOLOGÍA PROPUESTA**

A partir del análisis anterior y sopesando los aspectos positivos y negativos de cada metodología se expone una nueva. Dicha propuesta se explica a continuación y se muestra en la figura 1.

Causas de erosión

Para proteger o rehabilitar una playa erosionada se debe encontrar las causas que dieron origen a esta situación mediante el estudio de los procesos morfológicos que ocurren en el área para determinar cual o cuales son los gobernantes. Como causas de erosión se pueden encontrar la interrupción del transporte de sedimentos longitudinal, la reducción de la fuente de sedimento, la erosión de las dunas debido a sobre-elevaciones durante los temporales, el desplazamiento de los canales de marea, la variación del nivel medio relativo del mar y la extracción de arena.

Caracterización de la zona

Una vez que los procesos morfológicos predominantes han sido establecidos, solo queda plantear el balance sedimentario de la zona en estudio. Mediante el cual se define el comportamiento de la playa. El alcanzar una aproximación suficientemente buena en el establecimiento de este dependerá de la calidad de los datos obtenidos. Para ello, se hace imprescindible realizar una caracterización de la zona donde se cuente con datos geológicos, geográficos, topográficos y batimétricos, sedimentológicos, oceanográficos, climatológicos, biológicos, fluviales y relacionados con el nivel de interferencia humana.

Herramientas

El empleo de diversas herramientas permite cuantificar y cualificar procesos. Estas pueden ser las técnicas de análisis, las técnicas de extrapolación, los modelos matemáticos y las mediciones de campo. Como técnicas de análisis se pueden citar la comparación mediante fotos satelitales, fotografías, planos altimétricos y batimétricos e información obtenida mediante consulta de personas conocedoras del lugar, entre otras. Las fotos satelitales y/o fotografías aéreas del área de proyecto

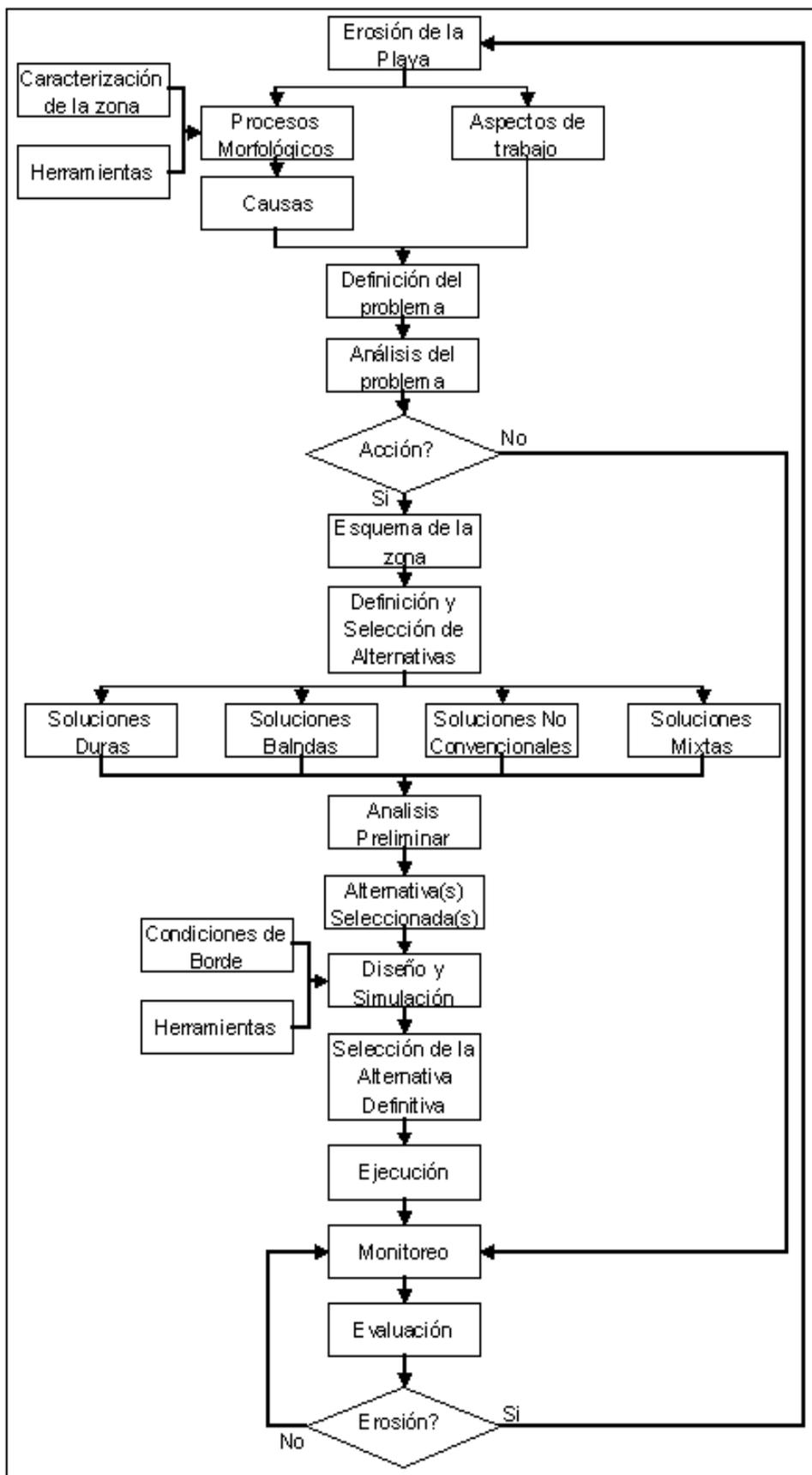


Figura 1. Metodología para la rehabilitación y protección de playas

deben ser hechas a intervalos específicos. Estas pueden ser usadas para la construcción de un mapa de base que retrata los cambios de la costa durante todo el período de proyecto.

Las técnicas de extrapolación se pueden aplicar dado el caso de que exista similitud entre la playa en cuestión y otra ya proyectada. Los modelos matemáticos posibilitan cuantificar, entre otras cuestiones, la capacidad del transporte de sedimentos en la región, tendencia de erosión a largo y corto plazo, entre otros. Es importante definir o escoger de ante mano aquellos modelos que permitan dar respuesta a los diferentes aspectos que son señalados en la metodología.

Aspectos de trabajo

Por otra parte, hay que tener en cuenta una serie de aspectos que imponen ciertas condiciones de trabajo, estos pueden ser ambientales, económicos, judiciales y legales, funcionales, sociales y técnicos. Estos aspectos son diversos y debe valorarse en cada situación aquellos que constituyan indicadores de la situación en particular.

Definición y Análisis del problema

Después de determinar las causas de la erosión y que intereses se deben respetar se está en condiciones de definir el problema en cuanto a tipo y escala para, posteriormente, tomar una decisión. Las técnicas de toma de decisión son múltiples, la experiencia adquirida recomienda aplicar Análisis Multicriterio.

Definición y Selección de alternativas

En el caso de decidir hacer algo se debe realizar, en primer lugar, la esquematización de la zona, en la cual se llevan a cabo importantes simplificaciones del medio físico, como puede ser el paralelismo entre las curvas batimétricas y la rectificación de la línea de costa, entre otras. En este punto se refleja el balance sedimentario y las posibles alternativas a diseñar dentro de cada concepto de acción (soluciones duras, blandas, no convencionales y mixtas), definidas mediante una tormenta de ideas u otra técnica, para tener un enfoque primario integral de la situación y poder concebir las soluciones con mayor conciencia. Además, los datos de entrada de los modelos matemáticos y softwares imponen simplificaciones de la zona a modelar.

Las soluciones no convencionales, son aquellas que no presentan una base sólida de cómo deberían aplicarse y han surgido como solución local a un problema determinado, en este grupo se encuentran también las biotecnológicas, los geotextiles, las vallas de tamicés, entre otras, cuyo empleo no ha sido muy generalizado. Existe otro grupo de alternativas que están contenidas dentro de las soluciones de manejo de la línea de costa, que pueden tratarse como soluciones no convencionales

dentro de las que se pueden citar la demolición y la reubicación de estructuras. La combinación de estas también puede ser una alternativa a valorar.

Análisis preliminar y Selección

Posteriormente, se realiza un análisis cualitativo preliminar del comportamiento del medio ambiente para cada alternativa planteada, teniendo en cuenta los procesos morfológicos, las características locales y los aspectos impuestos.

Diseño y simulación de las alternativas

Aquellas alternativas que han sido seleccionadas se someten a un proceso de diseño con mayor precisión, que tiene en cuenta la localización, el diseño hidráulico y civil, la organización del trabajo y los costos de la obra, a partir de condiciones de borde (métodos y técnicas constructivas, materiales de construcción, equipamiento, y aspectos de trabajo.) y herramientas tales como los modelos físicos y matemáticos, con el fin de ganar en precisión sobre los cambios morfológicos del medio durante la vida útil y los eventos extremos. Para el caso de los vertimientos de arena se debe considerar además, el volumen de vertimiento de arena que permanece en la zona y para el caso de las estructuras, se debe tener en cuenta los posibles niveles de daño y el efecto en la dinámica litoral. Para ambos tipos de soluciones es imprescindible concebir un plan de mantenimiento.

Selección de la alternativa definitiva

La alternativa definitiva que se llevará a cabo es la que se obtiene a partir de la Técnica de Escala y Peso ó a través del Análisis Multicriterio (AMC), utilizando un conjunto de criterios y dentro de ellos variables que sean representativas de las diferentes demandas y requerimientos.

Ejecución, Monitoreo y Evaluación

Posteriormente, se continúa con la ejecución, para la cual se concibe el equipamiento, la mano de obra, las facilidades temporales, y el movimiento de tierra. El monitoreo y evaluación de la solución pueden revelar que la erosión continúa, ya sea por las mismas causas o por otras nuevas, con lo cual se debe comenzar el proceso desde el principio, si la magnitud e importancia del problema lo requieren.

CONCLUSIONES

Como conclusiones del trabajo se tiene que:

- Estudios realizados por el Grupo de Modelación Física de Obras Costeras y Marítimas del Centro de Investigaciones Hidráulicas para la mitigación de la erosión en playas de Cuba condujeron al análisis y estudio de 4 metodologías relacionadas con el tema de la protección y rehabilitación de playas. En las mismas se identificaron

elementos comunes e imprescindibles para esta actividad como son la recogida de datos, el estudio de los procesos morfológicos, la determinación de las causas de erosión, la determinación de requerimientos de proyecto, la caracterización del problema, la propuesta y análisis de soluciones y la ejecución y evaluación de la solución definitiva.

· La metodología planteada responde a exigencias mayores desde el punto de vista de diseño de las soluciones al contemplar una gama más amplia de alternativas y establece un proceso de observación del medio ambiente más preciso para corregir, prevenir ó actuar a tiempo en caso de que reaparezca la erosión costera. Además viene complementada con una detallada explicación de los diferentes elementos que la componen como son los diferentes datos y su obtención.

■ REFERENCIAS

1. **CIRIA.** «Beach management manual», London, UK. 1995
2. **CÓRDOVA L. y TORRES R.** «Estudio y cuantificación de la erosión en el tramo Meliá, Varadero. Propuestas de solución», 2008.
3. **CUR.** «Manual on artificial beach nourishment». CUR. Postbus 24002800 AK Gouda. The Netherlands, 1987.
4. **KAPUT N., KOENIS M., NOOIJ R, SIKKEMA T., VENDER WARDT T. (Grupo de Proyecto CF74).** «Erosion of the Historic Varadero, Cuba». Proyecto de Maestría. Facultad de Ingeniería Civil y Geociencias, Universidad Técnica de Delft. Junio 2007.
5. **LAUSMAN R., VAN DIJK M., SEGBOER T., OVER R. VAN DAM C. (Grupo de Proyecto CF15).** «Erosion of the Península de Hicacos, Varadero». Proyecto de Maestría. Facultad de Ingeniería Civil y Geociencias, Universidad Técnica de Delft. Noviembre 2003.
6. **MATAMOROS, Y. R. y PERAZA O. M.** «Propuesta de metodología para la rehabilitación de playas. Aplicación al caso de estudio: zona crítica de la playa de Varadero, Matanzas, Cuba. Trabajo de Diploma. ISPJAE. Ciudad de la Habana, Cuba 2004.
7. **TORRES, R.** «HIDRICOS. Una herramienta para la Ingeniería Costera». Tesis en opción a la categoría científica de Master en Ciencias. ISPJAE. Ciudad de la Habana, Cuba 2007.
8. **VAN DER HENGEL D., POOT J., THEUNISSEN R., (Grupo de Proyecto CF27).** «Rehabilitation of the Mayabeque Beach». Proyecto de Maestría. Facultad de Ingeniería Civil y Geociencias, Universidad Técnica de Delft. Junio 2004.