Sistemas de ayuda en ingeniería costera

INTRODUCCIÓN

Se conoce como Sistemas de Ayuda a una herramienta informática conformada por un grupo de herramientas que contienen los modelos y métodos de cálculo que recogen aspectos genéricos de la ingeniería costera; como son los problemas relacionados con, las obras marítimas, los procesos litorales; teoría de las ondas, el oleaje, transporte de sedimentos, y valoraciones sobre el impacto ambiental. Entre los Sistemas de Ayuda que más se destacan internacionalmente se encuentran los siguientes:

1. CRESS v.8.04 de Delft
2. CRESS v.2.3 de RWS
3. ACES v.1.07 del CERC
4. TIC del GIOC

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE AYUDA

1. CRESS (Coastal and River Engineering Support System)

El CRESS presenta dos versiones: CRESS-IHE y CRESS-RWS, según CRESS (2000) el CRESS-IHE constituye un soporte para el diseño y planificación de proyectos de ríos y costas, su uso fundamental es con fines educativos para las ingenierías en ríos y costas, por su parte el CRESS-RWS ha sido desarrollado mediante un proyecto conjunto entre el Ministerio de Obras Públicas de Holanda, la UNESCO-IHE y la Universidad Técnica de Delft.

Algunas de las características presentes en ambas versiones extraídas de CRESS (2000) son las siguientes.

- La concepción de ambos es la misma, consiste en una serie de métodos, que contienen modelos matemáti-

Resumen / Abstract

En el presente trabajo se realiza un análisis crítico de los sistemas de ayuda empleados a nivel mundial para el estudio de variables marítimas y diseño de obras costeras. Para ello se han tomado en cuenta los modelos matemáticos incorporados en cada software, así como determinadas deficiencias que presentan en el orden informático.

Palabras Clave: *sistemas de ayuda, modelos, costas, obras marítimas*

In this work a critical analysis is made of support systems currently used in the world for the study of maritime variables and design of coastal structures. To this end, mathematical models incorporated into each software have been taken into account as well as some deficiencies they have in their informatics setting.

Keywords: *support systems, models, shoreline, coastal works*

MSc. Ing. Ronnie Torres Hugues, CIH, Fac. Ing. Civil, CUJAE, email: ronnie@cih.cujae.edu.cu
Ing. Ernesto Morales Chirino, CIH, Fac. Ing. Civil, CUJAE

cos de interés en ingeniería de río y costas. Las entradas y salidas de los datos son Standard y presentan opciones de gráficos y modelos; los gráficos están hechos para reflejar tendencias y análisis de sensitividad. Cada formulario presenta la ayuda al usuario, con la definición de cada término y sus comentarios.

- El trabajo con ambos programas es simple y rápido, además se encuentran diseñados de forma que funcionan en todos los tipos de máquinas, incluso en las más lentas, no requiere un LOT de memoria.

- El CRESS – IHE v.8.04 se encuentra constituido por 6 elementos de presentación, 25 elementos secundarios y 71 tópicos o aplicaciones. Por su parte, el CRESS – RWS v.2.3 cuenta con 6 elementos de presentación igualmente, pero presenta 4 niveles de profundidad, en todos los niveles se pueden consultar un total de 156 aplicaciones o tópicos. (Ver Figura 1 y 2)

- En el CRESS no se transfieren automáticamente los datos de un paso a otro en los diseños que necesitan de varios pasos, por lo que el usuario esta forzado a prestar énfasis en las entradas de datos y resultados intermedios.

- No se válida el uso de las ecuaciones fuera de su rango de aplicación.

- Para ambos programas los ambientes de trabajo no resultan agradables.

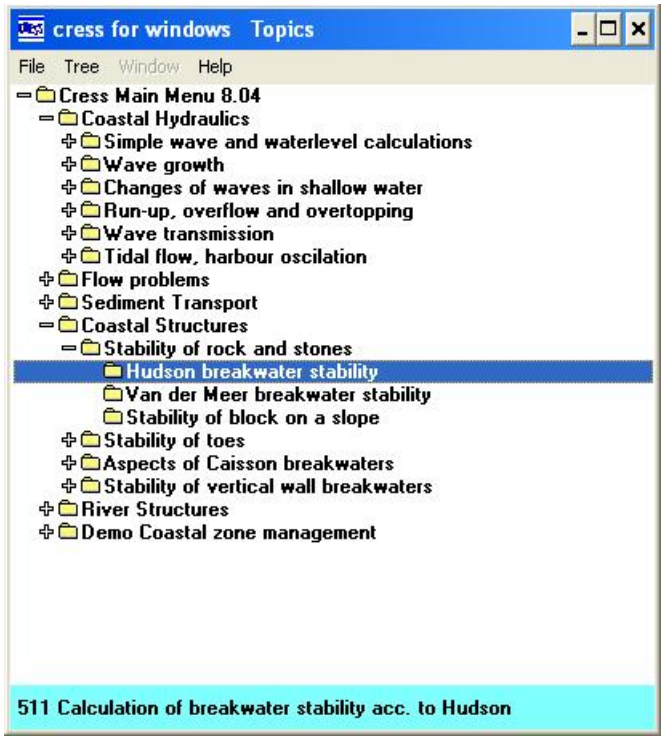

Figura 1. Ventana Principal del CRESS - IHE.

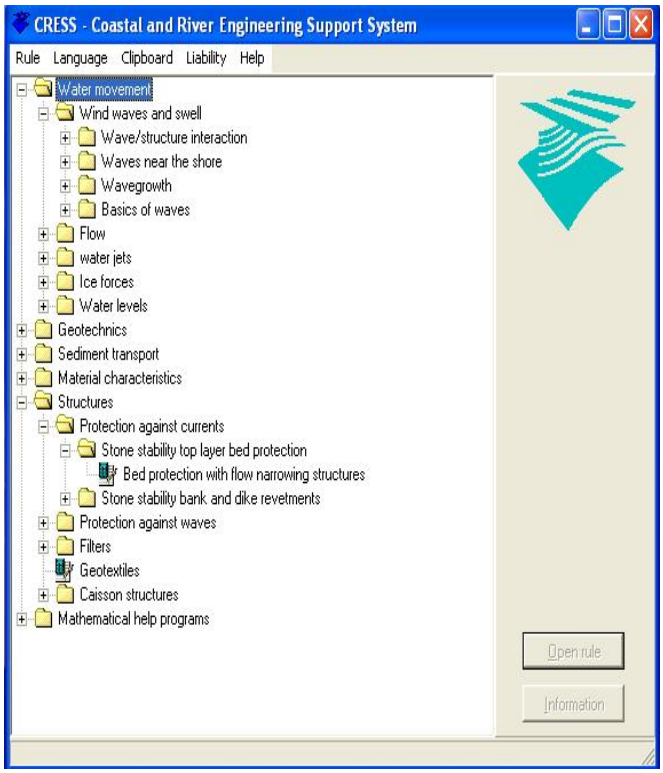

Figura 2. Ventana Principal del CRESS - RWS.

2. ACES v 1.07 (Automated Coastal Engineering System)

Según Leenknecht et al. (1992) el ACES v 1.07 fue realizado por el Grupo Automatizado de Ingenieros Costeros; (ACE), la División de Investigación (RD), el Centro de Investigaciones de Ingenieros Costeros (CERC) y la Estación Experimental de Ingenieros Hidráulicos del Ejercito de EUA (WES).

Se presentan las características más importantes del programa.

- El ACES v1.07 se presenta sobre MS-Dos; lo que trae como consecuencia que se produzcan problemas en la ejecución de las operaciones. Es importante destacar ya existe una versión sobre Windows, la cual es de difícil acceso.

- El ambiente de trabajo no es agradable.

- El propósito del ACES es unir en una herramienta informática varios aspectos de la Ingeniería Costera, que resultaron de gran importancia para las labores que se realizan y, por otra parte, incrementar la exactitud, confiabilidad y efectividad en los costos Leenknecht et al. (1992).

- Presenta diferentes metodologías llamadas aplicaciones, organizadas en categorías que reciben el nombre de áreas funcionales agrupadas de acuerdo con el proceso

Figura 3. Ventana Principal del ACES.

físico relevante general y con las actividades de diseño o análisis, las entradas y salidas son Standard.

- Tiene como ayuda al usuario un Manual de Usuario y Las Referencias Técnicas. Además, se encuentra dividido en 7 áreas funcionales o elementos de presentación que reúnen en total 23 aplicaciones. (Ver Figura 3)

3. TIC (Tutor de Ingeniería de Costas) del GIOC

Según se puede encontrar en GIOC (2000), el Tutor de Ingeniería de Costas fue realizado por el grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria (ver figura 4).

Las características más importantes del TIC se expresan a continuación.

- Se encuentra específicamente diseñado para satisfacer las necesidades del ingeniero de costas, tanto el encargado de redactar proyectos como el ejecutor de una obra, el mismo proporciona una herramienta útil de tanteo y prediseño donde estén contenidas las formulaciones más comunes para evaluar cada uno de los aspectos que intervienen en las actuaciones sobre el litoral GIOC (2000).

- Tiene como lenguaje al Fortran, en su versión Fortran 90 de Microsoft, acompañado de la librería de subrutinas IMSL (International Mathematical and Statistical Library). La programación de la cáscara o shell del programa, entorno gráfico y de gestión de módulos, está realizada en Visual C++ de Microsoft. Los programas en Fortran se incorporan al programa principal en forma de DLLs, siguiendo un procedimiento estándar GIOC (2000).

- Se encuentra compuesto por una serie de unidades básicas, independientes por su contenido, denominadas módulos. Cada módulo contiene información en una pantalla completa y resuelve un determinado problema, después de haber introducido los datos necesarios GIOC (2000). Los módulos se encuentran agrupados en capítulos, estructurados los mismos en cuatro bloques temáticos:

- Dinámicas.
- Procesos Sedimentarios.
- Obras Marítimas.
- Impacto Ambiental.

- La estructura del programa presenta entonces cuatro grandes secciones que agrupan ordenados por capítulos un total de 33 módulos.

- Cuando se acometen diseños que necesitan de varios pasos, el usuario está forzado a realizar múltiples entradas de datos y resultados intermedios.

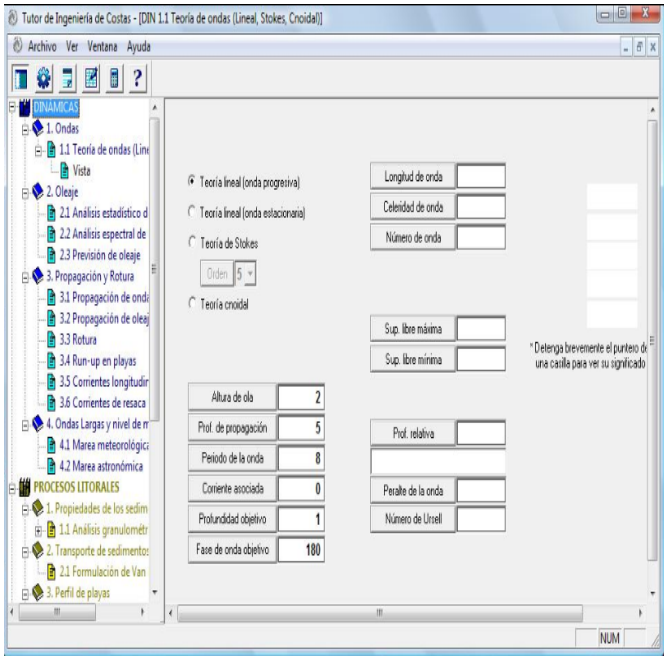

Figura 4. Ventana Principal del TIC.

ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS DE LOS SISTEMAS DE AYUDAS

A continuación se presenta un análisis realizado por Morales (2010) que tiene como objetivo resaltar las herramientas presentes en cada uno de los programas caracterizados anteriormente; y señalar el uso de las mismas

por parte de cada Sistema de Ayuda.

Es importante destacar que inicialmente se valoraron las características presentes en ambas versiones del CRESS; pero en el siguiente trabajo se unificaron las herramientas presentes en las dos versiones (ver tablas 1 y 2).

Tabla 1. Distribución de las Herramientas de los Sistemas de Ayuda.

No	Herramientas	CRESS	ACES	TIC
1	Transformación del oleaje (gráficos)	x	x	x
2	Propiedades de la ola	x	x	x
3	Propiedades del sedimento	x	x	x
4	Generación del oleaje	x	x	x
5	Transporte de sedimentos longitudinal	x	x	x
6	Sobrepaso	x	x	x
7	Transmisión	x	x	x
8	Reflexión	x	x	x
9	Fuerzas sobre MV	x	x	x
10	Estabilidad en elementos sueltos	x	x	x
11	Trepada de la ola en estructuras	x	x	x
12	Perfiles de equilibrio	x	-	x
13	Profundidad de cierre	x	-	x
14	Niveles del mar	x	-	x
15	Tómbolos	x	-	x
16	Transporte de sedimentos fluvial	x	-	x
17	TSL con clima	x	-	x
18	Velocidad de la corriente	x	-	x
19	Difracción	x	x	-
20	Factores de relleno		x	x
21	Selección de alternativas	x	-	x
22	Trepada de la ola en playas	-	x	x
23	Estabilidad en revestimientos	x	x	-
24	Distribución Rayleigh o registro de oleaje	-	x	x
25	Registro de marea	-	x	x
26	Teoría conoidal	-	x	x
27	Estabilidad al pie de un rip rap	x	x	-

De las tablas anteriores se pueden destacar los siguientes aspectos:

- La cantidad de herramientas presentes en cada Sistemas de Ayuda, como se puede observar, el CRESS está formado por 39 herramientas, en el ACES están presentes 22 herramientas; y con respecto al Tic en el mismo están presentes 30 herramientas. Como conclusión importante del siguiente análisis se puede concluir que los Sistemas de Ayuda analizados están constituidos por un amplio número de herramientas por lo que la utilización de los mismos permiten abordar y brindar posibles soluciones a un gran número de problemas relacionados con la Ingeniería Costera.

Tabla 2. Continuación de la tabla 1.

No	Herramientas	CRESS	ACES	TIC
28	Índices de rompiente	-	-	x
29	Método de los POT	-	x	-
30	Propiedades de la playa	-	-	x
31	Groin	x	-	-
32	Transporte eólico de sedimentos	x	-	-
33	Socavación sobre MV	x	-	-
34	Perfil y planta	-	-	x
35	Estados morfodinámicos	-	-	x
36	Fetch efectivo	x	-	-
37	Brisa del mar	x	-	-
38	Corriente en entradas con mareas	x	-	-
39	Oscilación en puertos	x	-	-
40	Longitud de la intrusión salina	x	-	-
41	Amortiguación de mareas en estuarios	x	-	-
42	Estabilidad en cimentaciones	x	-	-
43	Transporte por grava	x	-	-
44	Sedimentación en cuencas de puertos	x	-	-
45	Acumulación en rompeolas	x	-	-
46	Perfil de acumulación	x	-	-
47	Cambio del fondo de playa y duna	-	x	-
48	Distribución de la muestra de sedimentos	-	x	-
49	Corrientes de resaca	-	-	x
50	Equilibrio en estuarios	-	-	x
51	Transporte sedimento fino	x	-	-
52	Geotextiles	x	-	-
53	Filtros en estructuras	x	-	-
	TOTAL	39	22	30

- Existen herramientas que se incluyeron en los tres Sistemas de Ayuda, por lo que las mismas fueron consideradas de igual importancia por sus diferentes diseñadores constituyendo un total de 11, las cuales se encuentran de la No. 1 a la No.11, también se observan las herramientas utilizadas por dos programas, ellas están contenidas de la No.12 a la No.27 representando un total de 16 herramientas, y por último las herramientas utilizadas por un solo programa conforman un total de 26, ellas se encuentran comprendida desde la No.28 a la No.53.

- Entre las herramientas utilizadas por los Sistemas de Ayuda CRESS y ACES existe una coincidencia en 14 de estas herramientas.

- Entre el CRESS y el TIC, en ambos existe una coincidencia en 19 herramientas, mientras que, entre TIC y el ACES coinciden en 16 herramientas.

CONCLUSIONES

Los Sistemas de Ayuda analizados están constituidos por un amplio número de herramientas, el CRESS está formado por 39 herramientas, en el ACES están presentes 22 herramientas; y con respecto al TIC en el mismo están presentes 30 herramientas, por lo que la utilización de los mismos permiten abordar y brindar posibles soluciones a un gran número de problemas relacionados con la Ingeniería Costera.

Existen herramientas que se incluyeron en los tres Sistemas de Ayuda, por lo que las mismas fueron consideradas de igual importancia por sus diferentes diseñadores constituyendo un total de 11. También se observan las herramientas utilizadas por dos programas, representando un total de 16 herramientas, y por último las herramientas utilizadas por un solo programa conforman un total de 26.

REFERENCIAS

1. **CRESS** Temas de Ayuda. 2000
2. **LEENKNECHT D.A., SZUWATSKI A., Sherlock A.R.** «ACES Technical Reference». Visckburg, Mississippi 1992
3. **GIOC;** «Tutor de Ingeniería Costera. Manual del Usuario TIC 2.0». Universidad de Cantabria. 2000.
4. **Morales E.** «Referencia técnica y guía de usuario para la herramienta Informática en Ingeniería Costera HIDRICOS v2.0» Trabajo de Diploma. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. 2010