



Sistema de
Modelado Costero



MANUAL DEL USUARIO
SMC 3.0



Ministerio de Medio Ambiente
Dirección General de Costas

Universidad de Cantabria UC

G.I.O.C.
Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas





SMC
MANUAL DEL USUARIO



MANUAL DEL USUARIO

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN	1.1
1.1 ¿Qué es el SMC?	1.1
1.2 ¿Qué hace el SMC?	1.1
1.3 Usuario tipo y conocimientos requeridos	1.2
1.4 Estructura global del SMC	1.3

Capítulo 2. ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL

2. ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL	2.1
2.1 Objetivos y alcance	2.1
2.2 Contenido	2.1
2.3 Convenciones que se siguen en el manual	2.2

Capítulo 3. INSTALACIÓN DEL SMC

3. INSTALACIÓN DEL SMC.....	3.1
3.1 Requerimientos mínimos de hardware y software	3.1
3.2 Registro y licencia de funcionamiento	3.3
3.3 Instalación del programa	3.3
3.4 Descargar los programas	3.6



3.5	Detalles en la instalación de otros programas	3.6
-----	---	-----

Capítulo 4. MÓDULOS DEL SMC

4.	MÓDULOS DEL SMC	4.1
4.1	Módulo de “Proyecto”	4.1
4.2	Módulo de “Pre-proceso”	4.3
4.3	Módulo de “Análisis a corto plazo de playas” (Acordes)	4.9
4.4	Módulo de “Análisis a largo plazo de playas” (Arpa)	4.11
4.5	Módulo de “Modelado del terreno” (MMT)	4.13
4.6	Módulo del “Tutor”	4.13
4.7	Otros elementos del SMC	4.14

Capítulo 5. CONCEPTO, ESTRUCTURA Y USO DE “PROYECTOS”

5.	CONCEPTO, ESTRUCTURA Y USO DE “PROYECTOS”	5.1
5.1	Definiciones previas	5.1
5.2	¿Qué es un Proyecto?	5.2
5.3	Menú de proyecto	5.5
5.4	Ventana de “Control de alternativas”	5.9



Capítulo 6. MÓDULO DE “MODELADO DEL TERRENO” (MMT)

6. MÓDULO DE “MODELADO DEL TERRENO” (MMT)	6.1
6.1 Definiciones previas	6.1
6.2 ¿Qué es el MMT?.....	6.3
6.3 Estructura del MMT.....	6.3
6.4 Aplicaciones del MMT	6.8
6.5 Editor del plano de trabajo.....	6.10
6.6 Editor de polígonos.....	6.15
6.7 Editor de costas	6.17
6.8 Editor de playas en equilibrio	6.19
6.9 Manejo de las herramientas gráficas del plano.....	6.28
6.9.1 Modificadores del plano (líneas de costa, polígonos y playas).....	6.28
6.9.2 Herramientas de dibujo asociadas al plano.....	6.33
6.9.3 Como mover\rotar\escalar polígonos, costas e imágenes.....	6.36
6.9.4 “Controles abreviados” en acciones gráficas.....	6.38



Capítulo 7. APLICACIÓN DEL SMC (TUTOR DE CASOS DE EJEMPLO)

7. APLICACIÓN DEL SMC (TUTOR DE CASOS DE EJEMPLO)	7.1
7.1 Tutor del caso 1	7.1
7.1.1 Objetivo	7.1
7.1.2 Caso de estudio	7.1
7.1.3 Procedimiento	7.3
7.2 Tutor del Caso 2	7.30
7.2.1 Objetivo	7.30
7.2.2 Caso de estudio	7.30
7.2.3 Crear proyecto desde Baco (Alternativa 1)	7.30
7.2.4 Copiar batimetría regenerada e importar imagen (Alternativa 2) ..	7.47
7.2.5 Crear una alternativa desde un archivo de costa dxf (Alternativa 3).....	7.51

Anejo I. ARCHIVOS DE ENTRADA AL SMC

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1 ¿Qué es el SMC?

El Sistema de Modelado Costero (SMC) es una interfaz gráfica, la cual forma parte del proyecto titulado “Modelo de Ayuda a la Gestión del Litoral”, proyecto llevado a cabo por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (G.I.O.C.) de la Universidad de Cantabria, para la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente. El SMC integra una serie de modelos numéricos, los cuales permiten dar un soporte práctico a la correcta aplicación de la metodología de trabajo propuesta dentro de los Documentos Temáticos y de Referencia.

1.2 ¿Qué hace el SMC?

El objetivo básico del SMC es proporcionar una herramienta numérica en el campo de la ingeniería de costas, que facilite a los técnicos la elaboración de estudios paso a paso, aplicando las metodologías de trabajo propuestas en los Documentos Temáticos. Se persigue, mediante la unificación de criterios técnicos y la organización sistemática de los modelos numéricos, que los técnicos incrementen la calidad de sus estudios y, por tanto, vean asimismo incrementada la fiabilidad de sus decisiones.

El SMC es una herramienta que permite realizar una gran variedad de tareas, a continuación enumeraremos algunas de ellas:

- Crear o abrir un proyecto de trabajo asociado a una zona de estudio en la costa. El proyecto gestiona toda la información generada dentro del estudio, almacenándola de manera estructurada en directorios que siguen una jerarquía. Un proyecto se puede crear a partir de archivos de batimetría y/o imágenes de una zona de estudio (fotos, planos, cartas náuticas, etc).
- El SMC permite acceder a un programa que contiene una base de datos donde se encuentran la mayor parte de las cartas náuticas del litoral español (Baco), junto con las batimetrías digitalizadas de las mismas. Con esta información genera un proyecto de estudio donde se pueden incorporar y combinar con batimetrías de detalle provenientes de otras



fuentes. Una vez sobre esta batimetría es posible ir modificándola y generando diferentes alternativas o situaciones de estudio.

- También permite generar proyectos a partir de imágenes (fotos, planos, cartas náuticas, etc.), a partir de las cuales es posible analizar formas en planta de la costa en el largo plazo. Dado el caso de que se disponga de fotos de distintas épocas, permitiría analizar situaciones pasadas, presentes y futuras.
- Permite generar un proyecto a partir de diferentes batimetrías de una misma localidad, obtenidas en diferentes épocas. De forma similar a como con las imágenes, es posible evaluar situaciones pasadas y presentes, como también predecir situaciones futuras a partir de nuevos escenarios propuestos.
- El SMC permite digitalizar y obtener la batimetría y línea de costa, a partir de una carta náutica o mapa referenciado de una zona.
- Da acceso a un programa que contiene una base de datos de oleaje visuales de barcos en ruta, el cual procesa dicha información para una zona específica del litoral español. Permitiendo generar los datos de oleaje necesarios para la ejecución de los modelos numéricos del sistema.
- Permite acceder a la información del Atlas de Cota de Inundación en cualquier localidad del litoral español.
- Desde el SMC se ejecutan los distintos modelos numéricos, que permiten llevar a cabo el análisis en un corto, medio y largo plazo de una zona de estudio.

1.3 Usuario tipo y conocimientos requeridos

El SMC es una herramienta numérica orientada específicamente a Ingenieros Técnicos que desarrollan su actividad en el ámbito costero. Para una correcta aplicación del SMC el usuario requiere unos conocimientos mínimos, tanto de procesos litorales como de la metodología de estudio propuesta dentro de los Documentos Temáticos y de Referencia. A continuación se resumen algunos de estos requerimientos:



1. El usuario debe estar familiarizado con las distintas dinámicas marinas y su interacción con elementos morfológicos litorales, obras y medio ambiente. Lo cual quiere decir, que debe entender claramente los procesos morfodinámicos involucrados en el ámbito costero. Una recopilación de información básica asociada con estos temas se presenta en el Documento de Referencia.
2. El usuario debe conocer las metodologías de estudio y elementos necesarios para llevar a cabo las diferentes actuaciones que se describen en los Documentos Temáticos. *Es fundamental resaltar que el SMC es una herramienta asociada a estas metodologías.*
3. También debe estar familiarizado con los manuales de referencia y del usuario de los diferentes modelos numéricos del sistema, como también con su uso. El usuario debe ser consciente de las limitaciones que imponen las hipótesis y rangos de aplicación en los que se fundamentan estos modelos, así como de la correcta interpretación de los resultados.
4. El usuario debe poseer unos conocimientos mínimos en el uso de entornos Windows (95, 98, NT, 2000), que le permitan operar el sistema de menús del SMC.

1.4 Estructura global del SMC

Tal y como se dijo anteriormente, el SMC agrupa una serie de modelos numéricos, los cuales se encuentran estructurados para desarrollar de forma metódica las actuaciones propuestas dentro de los Documentos Temáticos, y más específicamente organizados de acuerdo con las escalas temporales y espaciales de los procesos a ser modelados.

El SMC se ha estructurado en cinco módulos fundamentales: “Pre-proceso”, “Corto plazo”, “Medio y largo plazo”, “Modelado del terreno” y “Tutor”. El módulo de “Pre-proceso” fundamentalmente permite caracterizar y procesar información de entrada para los diferentes modelos numéricos. El módulo de “**A**nálisis a **c**orto plazo **d**e playas” (Acordes) recoge las herramientas numéricas que permiten analizar la morfodinámica de un sistema costero, en una escala espacio/temporal de corto plazo (revisar los conceptos de escala definidos en el Documento Temático Regeneración de Playas). De igual manera, dentro del módulo de “**A**nálisis a **l**argo **p**lazo de **p**layas” (Arpa) aparecen las herramientas morfodinámicas que permiten modelar el sistema en una escala temporal y



espacial de medio y largo plazo. El módulo de “Modelado del terreno”, permite modificar los contornos del fondo (batimetría) y laterales (acantilados, diques naturales y artificiales, etc.), lo cual es fundamental para estudiar diferentes escenarios dentro de un proyecto. Finalmente, se encuentra el “Ttutor de ingeniería de costas” (Tic), el cual se ejecuta dentro del SMC como apoyo teórico, conceptual y de información básica para los diferentes modelos numéricos del sistema.

La representación esquemática de la estructura del SMC donde aparecen los distintos módulos del sistema, incluyendo sus modelos numéricos se presenta en la figura 1.1.

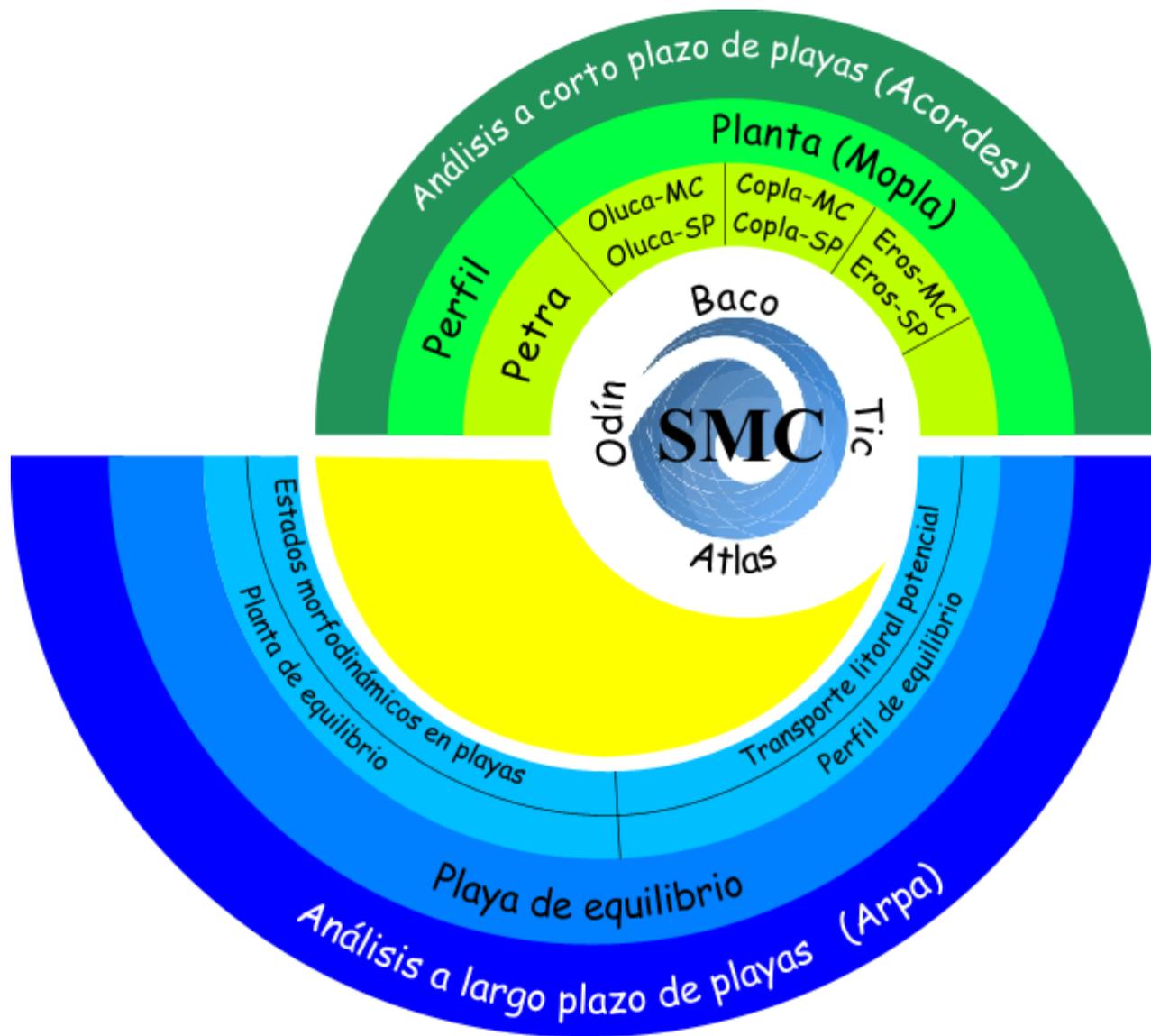


Figura 1.1. Representación esquemática del SMC

CAPÍTULO 2

ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL



2. ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL

2.1 Objetivos y alcance

El propósito de este manual es servir de guía al usuario, para que de una forma sencilla conozca y aprenda el manejo del programa SMC. En este manual se da una visión general de los diferentes modelos numéricos que componen el SMC, sin llegar a explicaciones detalladas sobre su uso, dado que cada modelo posee sus propios manuales del usuario y referencia. Los principales objetivos de este manual son: dar una idea clara de lo que es la estructura de un “proyecto” dentro del SMC; brindar al usuario una visión de las posibles aplicaciones del sistema en un estudio de ingeniería de costas y, fundamentalmente, enseñar el uso del módulo de “Modelado del terreno” y los elementos relacionados directamente con el mismo.

2.2 Contenido

Este manual se ha dividido en dos secciones, una referente al “Manual del usuario del SMC”, y otra donde se describen aspectos relacionados con programas del módulo de “Pre-proceso”. A continuación veremos cuáles son sus contenidos:

En la Sección I:

El capítulo 1, da una visión global acerca de qué es el SMC, sus objetivos, usuarios y estructura.

El capítulo 2, contiene aspectos relacionados con este manual, objetivos, contenido y una lista de convenciones que se emplean en el mismo.

En el capítulo 3, se da una descripción de la instalación del programa y los requerimientos mínimos para su montaje.

El capítulo 4, contiene una descripción de los distintos módulos que conforman el SMC.

En el capítulo 5, se define el concepto de un “proyecto” dentro del SMC, como también se describe cuál es su estructura.



El capítulo 6, describe la estructura y elementos que componen el módulo de “Modelado del terreno”.

Finalmente, en el capítulo 7, se presentan ejemplos prácticos que permiten seguir, paso a paso, los procedimientos para crear un proyecto típico de trabajo, y aplicar los diferentes editores y herramientas gráficas que componen el módulo de “Modelado del terreno”.

Al final de esta Sección, en el Anejo I, aparecen los distintos formatos de archivos de entrada al sistema.

En la Sección II:

Se da una descripción global de algunos de los programas del módulo de “Pre-proceso”.

2.3 Convenciones que se siguen en el Manual

Dado que el SMC se ha desarrollado en un entorno Windows, en esta sección se describirán de forma global, algunas convenciones utilizadas en dicho entorno:

- **Pulsar botón:** significa mover el puntero del ratón sobre el botón del programa que se indique, y pulsar el botón izquierdo.
- **Seleccionar menú (menú/submenú):** consiste en mover el puntero del ratón sobre la barra de menús (la cual se localiza en la parte superior del menú principal), después pulsar con el botón izquierdo del ratón sobre la opción indicada en primer lugar, y, manteniendo pulsado el botón, moverse hasta señalar la opción submenú. Al hacer esto la opción del submenú aparecerá resaltada (seleccionada), en ese momento debe soltarse el botón izquierdo del ratón.
- **Seleccionar página:** el programa tiene algunos elementos del tipo Página de Opciones, que aparecen como un pequeño cuaderno con etiquetas. Para seleccionar una de estas páginas se pondrá el puntero del ratón sobre la etiqueta o pestaña que se desee seleccionar, y se pulsará el botón izquierdo.



- **Arrastrar cursor:** se hace manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón en el punto desde donde se quiere comenzar el arrastre y, manteniendo pulsado el botón, moverlo hasta el punto final del arrastre, donde debe dejarse de pulsar el ratón.

Muchos de los componentes del programa tienen una estructura jerárquica, es decir, son opciones unas dentro de otras. Para simplificar su enumeración se usará la siguiente notación:

OpciónMayor|OpciónMenor|SubOpciónMenor|...|ÚltimaOpción

Que indica que dentro de OpciónMayor se seleccionará OpciónMenor y dentro de esta SubOpciónMenor, así hasta llegar a la última opción. (Por ejemplo, **Proyecto|Configuración:** indica la opción Configuración dentro del menú Proyecto; **Botón E.batimetría|Nuevo:** se refiere al botón “Nuevo” dentro del editor de batimetría).

CAPÍTULO 3

INSTALACIÓN DEL SMC



3. INSTALACIÓN DEL SMC

Como ya se ha dicho anteriormente, el SMC incorpora una serie de modelos numéricos, cada uno con diferentes requerimientos informáticos. Esta sección contiene los requerimientos mínimos de instalación en un PC de los siguientes programas y módulos: (1) Interfaz del Sistema de Modelado Costero (SMC), (2) Programa de Batimetrías de la costa (Baco), (3) Programa de Caracterización de Oleajes y dinámicas en playas (Odín), (4) Programa Átlas de Cota de Inundación (Átlas), (5) Programa de Morfodinámica de playas (Mopla), (6) Programa de Perfil transversal en playas (Petra), (7) Módulo de playas en equilibrio y Modelado del Terreno (MMT), (8) Tutor de ingeniería de costas (Tic) y (9) Curso interactivo de regeneración de playas.

3.1 Requerimientos mínimos de hardware y software

Requerimientos mínimos comunes a todos los programas

- Se recomienda instalar los programas en un PC (Pentium) o superior.
- Windows 95/98, Windows NT, 2000.
- Monitor en modo de vídeo 800 x 600 con 256 colores (se recomienda 1024 x 768 con True color).
- Programa Surfer 7.0 para Windows, correctamente instalado en el PC (Instalado como versión de 32 bits), más adelante se dan algunas recomendaciones de instalación del Surfer.
- Internet Explorer 3.0 ó Netscape 4.0.

Interfaz SMC, Programas Odín, Atlas y MMT

- Espacio en disco duro: 75 Mb (10 Mb para la Interfaz SMC, 33 Mb para el programa Odín y 32 Mb para el programa Atlas).
- Memoria RAM: 64 Mb.



Programa Baco (opcional)

- Espacio en disco duro: 700 Mb. (Base de datos)
- Memoria RAM: mínima 128 Mb, se recomiendan 256 Mb.

Programa Mopla

- Espacio en disco duro: 10 Mb.
- Memoria RAM: 64 Mb.

Programa Petra

- Espacio en disco duro: 2 Mb.
- Memoria RAM: 64 Mb.

Programa Tic

- Espacio en disco duro: 40 Mb.
- Memoria RAM: 64 Mb.

Curso interactivo de regeneración de playas

- Espacio en disco duro: 7 Mb
- Memoria RAM: 64 Mb
- Soporte para Flash 4.0 o superior
- Adobe Acrobat 4.0 ó superior

La instalación de los programas (sin incluir la base de datos del programa Baco) ocupa un total de 140 Mb en disco duro, con un requerimiento mínimo de 64 Mb de memoria RAM.



3.2 Registro y licencia de funcionamiento

El registro permite a los usuarios acceder al listado de usuarios, FAQ, Descargas, Foro y Chat del sitio de web del SMC (<http://www.smc.unican.es>). También permite obtener la licencia de funcionamiento, además de su inclusión en la base de datos donde se envía información relativa al SMC.

En el caso de empresas u organizaciones, **solamente se registrará una persona (persona de contacto)**. Para registrarse hay que acceder a la página web: <http://www.smc.unican.es/registro.htm>, donde se deben rellenar las casillas vacías del cuestionario. Es importante resaltar que la persona de contacto debe suministrar en este cuestionario una palabra clave, la cual es necesaria para la solicitud de la licencia o licencias en el caso de empresas u organizaciones.

Una vez registrada la empresa o persona independiente, se procede a la solicitud de la licencia o licencias de funcionamiento, lo cual se lleva a cabo en la misma sección de registro en la página web. En el caso de empresas u organizaciones, esta labor deberá ser realizada por la persona de contacto encargada de la gestión de las copias del programa para otros usuarios de la empresa.

Los detalles sobre la solicitud de licencias de funcionamiento se muestran en la siguiente sección de instalación del programa.

3.3 Instalación del programa

Todos los programas descritos anteriormente, se instalan desde un mismo programa de instalación. Para instalar el sistema realice los siguientes pasos:

1. Introduzca el disco en la unidad de CD. Automáticamente éste ejecutará el programa de instalación. En el caso de que no ejecute por sí mismo, el usuario debe ejecutar el programa "Autorun.exe" contenido en el CD. En algunos sistemas, aparece una advertencia indicando que el archivo CTL3D32.DLL no está presente o no es la versión correcta. Esto es perfectamente normal, pulse "Aceptar" y continúe con la instalación.
2. Posteriormente, aparece una pantalla (ver figura 3.1) en la que solo se permite pulsar el botón "Instalar SMC".



Figura 3.1. Ventana principal de instalación del SMC

3. El programa de instalación le pedirá ahora el directorio donde desea instalar el programa. Por defecto escoge el directorio “Archivos de programa\SMC”, sin embargo este directorio es de “solo-lectura” en algunos sistemas en red. Si este es su caso, escoja otro directorio.
4. La instalación de algunos de los programas requiere reiniciar el sistema Windows, lo cual se debe llevar a cabo inmediatamente después de finalizada la instalación del sistema.
5. Una vez reiniciado Windows, en este momento el Sistema de Modelado Costero está instalado en su PC, pero aún está sin registrar. Cualquier intento por ejecutar el SMC hará que en su lugar se ejecute el **Asistente de registro**.



- Para registrar los programas, entre en **menú de Inicio | Programas | SMC** y ejecute **SMC**.
- En este momento deberá tener en pantalla la ventana del *Asistente de registro* (figura 3.2):



Figura 3.2. Asistente de registro

- Cuando se le solicite el nombre, introduzca el nombre del usuario registrado (empresa u organización) que suministró la persona de contacto al registrarse en la página web. Este nombre aparecerá en los gráficos de resultados de algunos modelos del sistema, y no es posible modificarlo, salvo que se vuelva a instalar el sistema.
 - A continuación, aparecerá el **número de serie** de su copia del programa. Para obtener la clave deberá acceder a la página web del SMC en la sección de usuarios (obtención de licencia), donde se le proporcionará una clave de funcionamiento, que le será enviada vía e-mail directamente a la persona de contacto. Esta clave está formada por letras y números, introdúzcala tal y como se le suministre, sin espacios y con **las letras en mayúsculas**.
 - Tras esto, ejecute de nuevo el SMC para comprobar que el registro se ha realizado con éxito.
6. A continuación, si se dispone del CD adjunto con la base de datos del programa “Baco”, debe copiarse manualmente el directorio \datos\, directamente dentro del directorio baco, el cual cuelga del SMC (... \SMC\baco\).



3.4 Descargar los programas

En el caso de que se desee desinstalar el sistema SMC, junto con todos sus programas, borrar el directorio (SMC) que lo contiene. Posteriormente eliminar el grupo de programas del menú de Inicio (hay que ir a Inicio|Configuración|Barra de tareas).

3.5 Detalles en la instalación de otros programas

Antes de poder utilizar el SMC o Mopla se debe instalar el Surfer 7, para lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

- De ser posible, cierre todos los programas que tenga abiertos.
- Introduzca en su ordenador el CD del Surfer.
- Ejecute el programa de instalación **Surfer70132.exe**.
- Siga las instrucciones de la instalación.
- Escoja el modelo de instalación *typical*.
- Una vez terminada la instalación ejecute una vez el Surfer desde el menú de Inicio.
- Vaya a la opción de menú File | Preferences... y en el diálogo que aparece haga las siguientes modificaciones:
 - En *General* ponga las unidades de páginas en centímetros.
 - En *Default settings* busque en el árbol el elemento **Map Image-> imNoDataClr**, a continuación, en *Setting Value* escriba **White** y en *Setting persistence* seleccione **All sessions**, finalmente pulsar el botón “Aceptar”.

CAPÍTULO 4

MÓDULOS DEL SMC



4. MÓDULOS DEL SMC

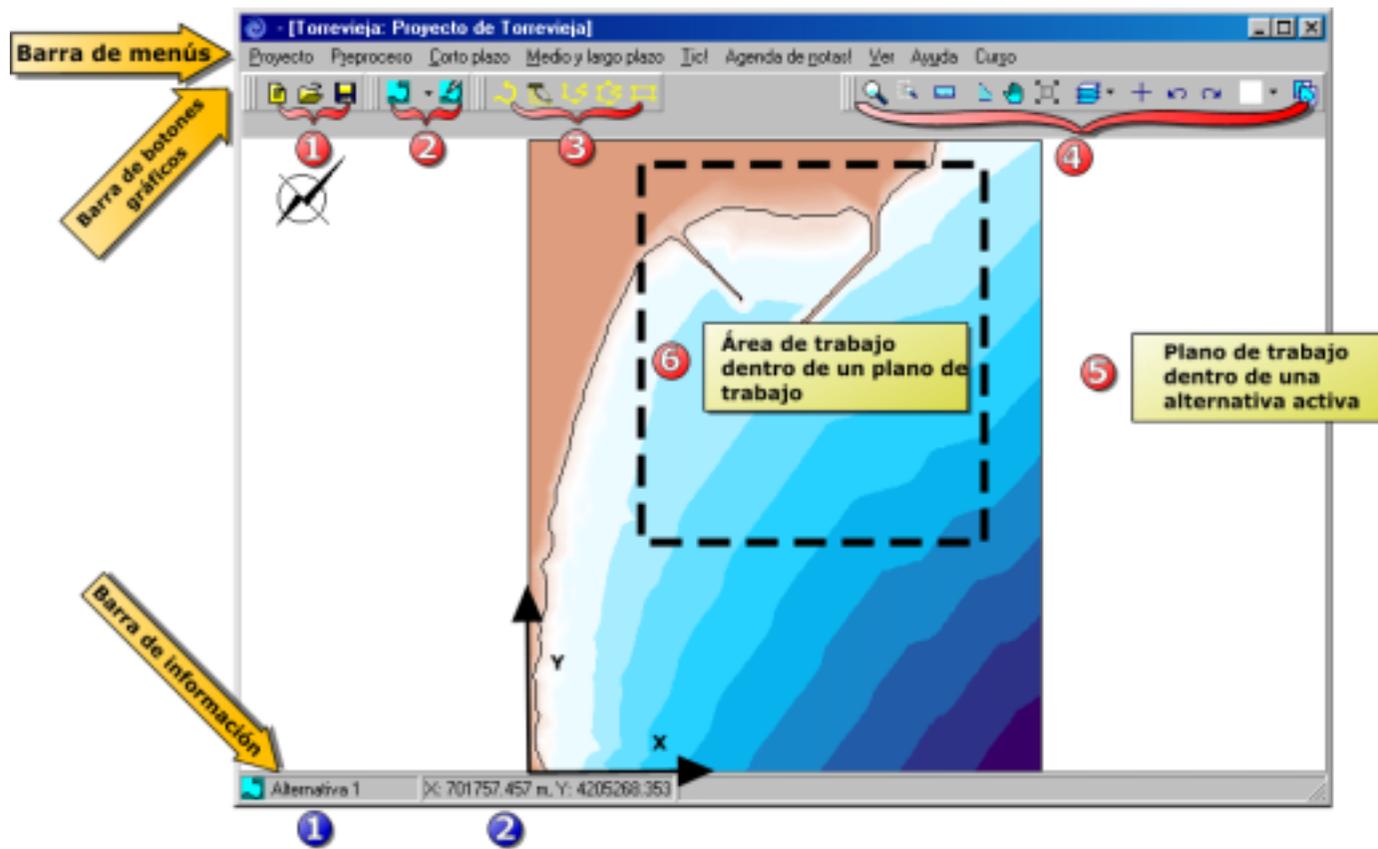
Tal como se dijo anteriormente, el SMC se compone, de cinco módulos: (1) módulo de “Pre-proceso”, (2) módulo (Acordes) de corto plazo, (3) módulo (Arpa) de largo plazo, (4) módulo de “Modelado del terreno” (MMT), y (5) módulo del “Tutor” (tal como se muestra en la figura 1.1). Estos cinco módulos se gestionan a partir de un módulo central denominado “Proyecto”.

En la figura 4.1 se muestra una imagen de la ventana principal del SMC, donde aparecen diferentes áreas de trabajo en la pantalla. En la parte superior está la barra de menús con los módulos del programa, bajo ésta se encuentra la barra de botones gráficos, la cual permite acceder directamente a diferentes editores y herramientas gráficas. En la parte central se encuentra el plano de trabajo y dentro de éste un área específica de trabajo, y finalmente, en la parte inferior está la barra de información o estado, la cual muestra información acerca del plano de la alternativa activa.

En este capítulo se dará una descripción general del contenido de estos módulos, junto con una breve descripción de los programas que lo componen. Como ya se dijo anteriormente, no se entrará en detalles del contenido y uso de estos programas, dado que una explicación detallada de éstos, se recoge en los correspondientes manuales del usuario y referencia.

4.1 Módulo de “Proyecto”

Este módulo crea, gestiona y almacena la información del sistema. El SMC es un sistema que permite al usuario una gran cantidad de posibilidades de uso. Con el fin de facilitar su aplicación, es fundamental entender el concepto y estructura de lo que es un “Proyecto” de trabajo. En el capítulo siguiente se da una descripción de lo que es un “Proyecto” de trabajo y cual es la manera de trabajar con éste dentro del SMC.



- | | |
|---|------------------------------|
| 1 Editores del proyecto | 1 Alternativa activa |
| 2 Control de alternativas y editor del plano de trabajo | 2 Coordenadas sobre el plano |
| 3 Herramientas gráficas del plano | |
| 4 Herramientas de dibujo del plano | |
| 5 Plano de trabajo de una alternativa activa | |
| 6 Área de trabajo dentro de un plano de trabajo | |

Figura 4.1. Ventana principal del SMC



4.2 Módulo de “Pre-proceso”

Este módulo permite procesar gran parte de la información que necesitan como entrada los diferentes programas del SMC, se divide en dos secciones: aquella información relacionada con los contornos (batimetría), y una segunda asociada a información dinámica (oleaje y cotas de inundación). En la figura 4.2 aparece el menú de este módulo.

Programa de Batimetrías y cartas náuticas de la Costa (Baco)

Generalmente, en un estudio en el ámbito costero, se llevan a cabo levantamientos topográficos y batimétricos de gran resolución en cercanías de la zona de interés, sin incluir información batimétrica a grandes profundidades. Con lo cual, si uno de los objetivos del estudio es modelar los procesos morfodinámicos, es necesario incluir esta información dentro de la batimetría de detalle. El problema que surge en la mayoría de los casos, es que esta información adicional proviene de las cartas náuticas, las cuales, normalmente se encuentran en diferentes sistemas de coordenadas tanto en horizontal como en vertical.

El objetivo fundamental del programa “Baco” es suministrar información batimétrica a partir de las cartas náuticas del litoral español, con la idea de facilitar, dentro del SMC, la labor de combinar información batimétrica proveniente de diversas fuentes.

El programa “Baco” se compone de una base de datos, la cual contiene la siguiente información:

- Cartas náuticas del litoral español, provenientes del Instituto Hidrográfico de la Marina – Cádiz, escaneadas en archivos con formato tipo imagen (*.Png).
- Archivos con las batimetrías digitalizadas a partir de las cartas náuticas. Los cuales se encuentran en un formato tipo ASCII (x y z), en coordenadas geográficas.

Dentro de las acciones que este programa permite llevar a cabo tenemos:

- Seleccionar para una zona de estudio a lo largo del litoral español, las cartas náuticas y datos batimétricos digitalizados de dicho área.

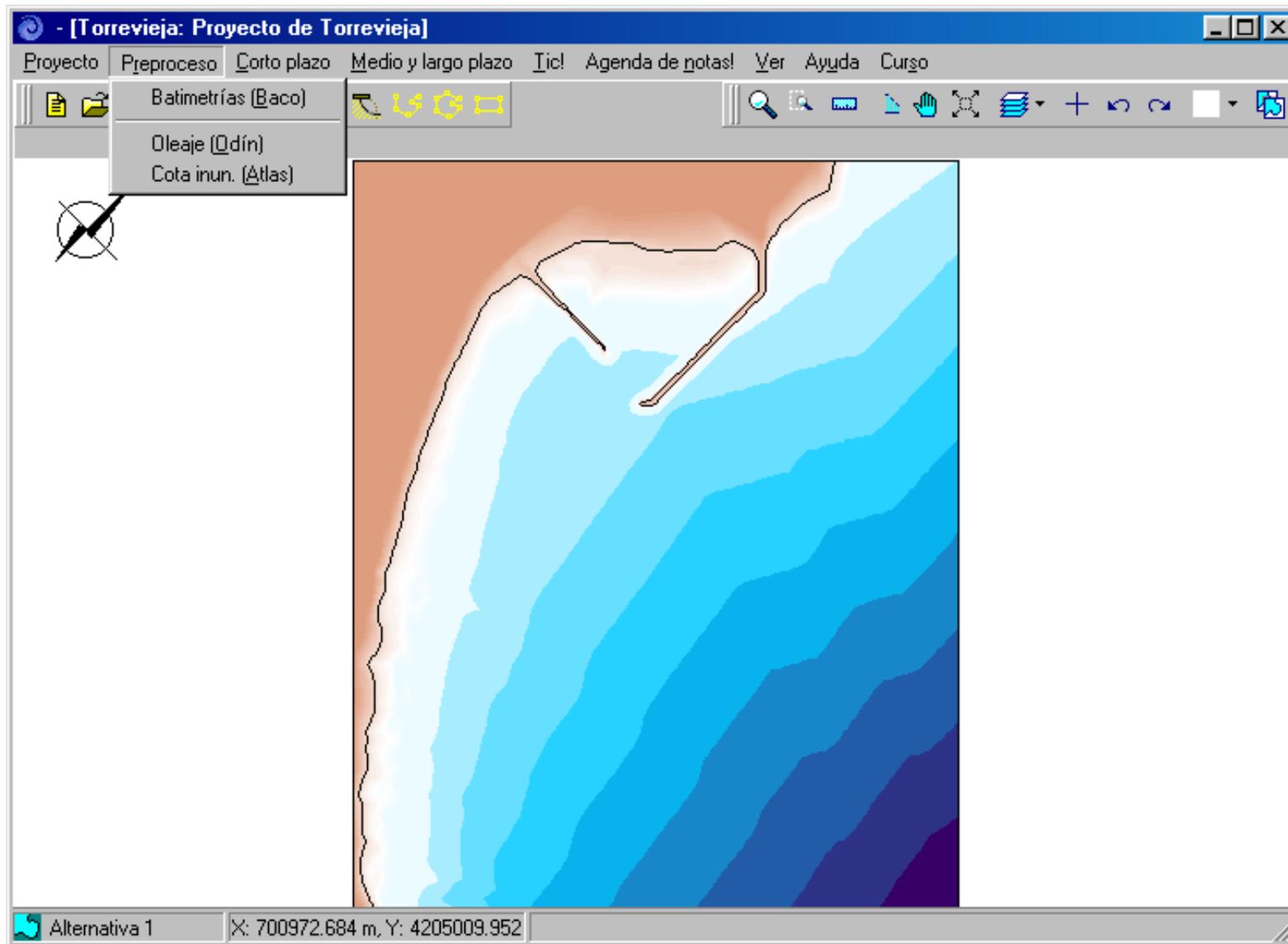


Figura 4.2. Módulo de “Pre-proceso”



- Generar, con esta información, un “Proyecto” de trabajo tipo SMC. El concepto de “Proyecto” y su estructura se describen en el siguiente capítulo.

Una descripción más detallada respecto al programa, “Baco”, aparece en su manual del usuario y de referencia en la Sección II de este documento.

Programa de Caracterización de oleajes y dinámicas (Odín)

Algunos de los programas del SMC necesitan definir unas condiciones iniciales o de entrada del oleaje, las cuales varían dependiendo del tipo de modelo y las escalas temporales o espaciales de los procesos. El objetivo de este módulo es caracterizar todos los oleajes que el usuario necesita dentro del SMC. La caracterización del oleaje se lleva a cabo teniendo en cuenta las recomendaciones dadas en los Documentos Temáticos y de Referencia, a partir de una base de datos de oleaje visual de barcos en ruta, y los oleajes de la ROM 0.3-91-oleaje (Átlas de Clima Marítimo en el Litoral Español), información suministrada a través del programa de Clima Marítimo de Puertos del Estado.

El programa Odín permite obtener para cualquier área de la costa española, la siguiente información (ver figura 4.3):

- Los regímenes medios direccionales del oleaje visual (alturas de ola y períodos) en profundidades indefinidas y una profundidad objeto.
- Tablas de encuentro entre alturas de ola y períodos del oleaje.
- Las características del oleaje asociadas al flujo medio de energía, información utilizada para definir la forma en planta y perfil de una playa en equilibrio a largo plazo.
- Los oleajes que caracterizan las condiciones medias y extremas anuales, información de entrada al programa de propagación de ondas Oluca-MC y el modelo espectral de propagación Oluca-SP.
- Oleajes medios y extremas para el modelo de evolución de perfil transversal a corto plazo, modelo Petra.
- Oleajes de condiciones extremas (a partir de la ROM 0.3-91, Programa de Clima Marítimo). Estos se emplean para el diseño de obras costeras.



- También permite obtener como una primera aproximación, una estima de la carga de sedimento medio mensual y total anual, asociada al transporte litoral (potencial) del oleaje.
- Finalmente, definir para unas características de playa, dado el histograma de la distribución de sus estados morfodinámicos y los estados modales medios mensuales.

En la figura 4.3 aparece una pantalla con el menú principal del programa “Odín”. En caso de que el usuario esté interesado en consultar detalles acerca del programa, consultar los correspondientes manuales del usuario y de referencia que se recogen en la Sección II de este documento.

Programa de Cota de Inundación (Átlas)

Algunos de los programas dentro del largo plazo, como son los modelos de playas en equilibrio (planta-perfil), modelos de una línea, el diseño de obras, etc., requieren definir una cota de inundación hasta donde se permite actuar la dinámica marina. De manera similar, algunos modelos de corto plazo como el “Oluca-MC”, el “Oluca-SP” y el “Petra” necesitan definir un nivel de marea. Los criterios de selección de dichas cotas se encuentran definidos en el Documento Temático de Regeneración de Playas, y el cálculo de las mismas se obtiene a partir del Atlas de Inundación (ver los detalles del riesgo de inundación en el documento “Átlas de Inundación para el Litoral Español”).

El programa “Átlas” permite obtener para cualquier punto del litoral español:

- La cota de berma asociada a los perfiles de playa.
- La cota asociada al nivel de marea.
- Definir cotas de francobordo para el diseño de obras costeras (diques, paseos marítimos, muros, etc.).
- Consultar el Atlas de Inundación (ver ejemplo en la figura 4.4).

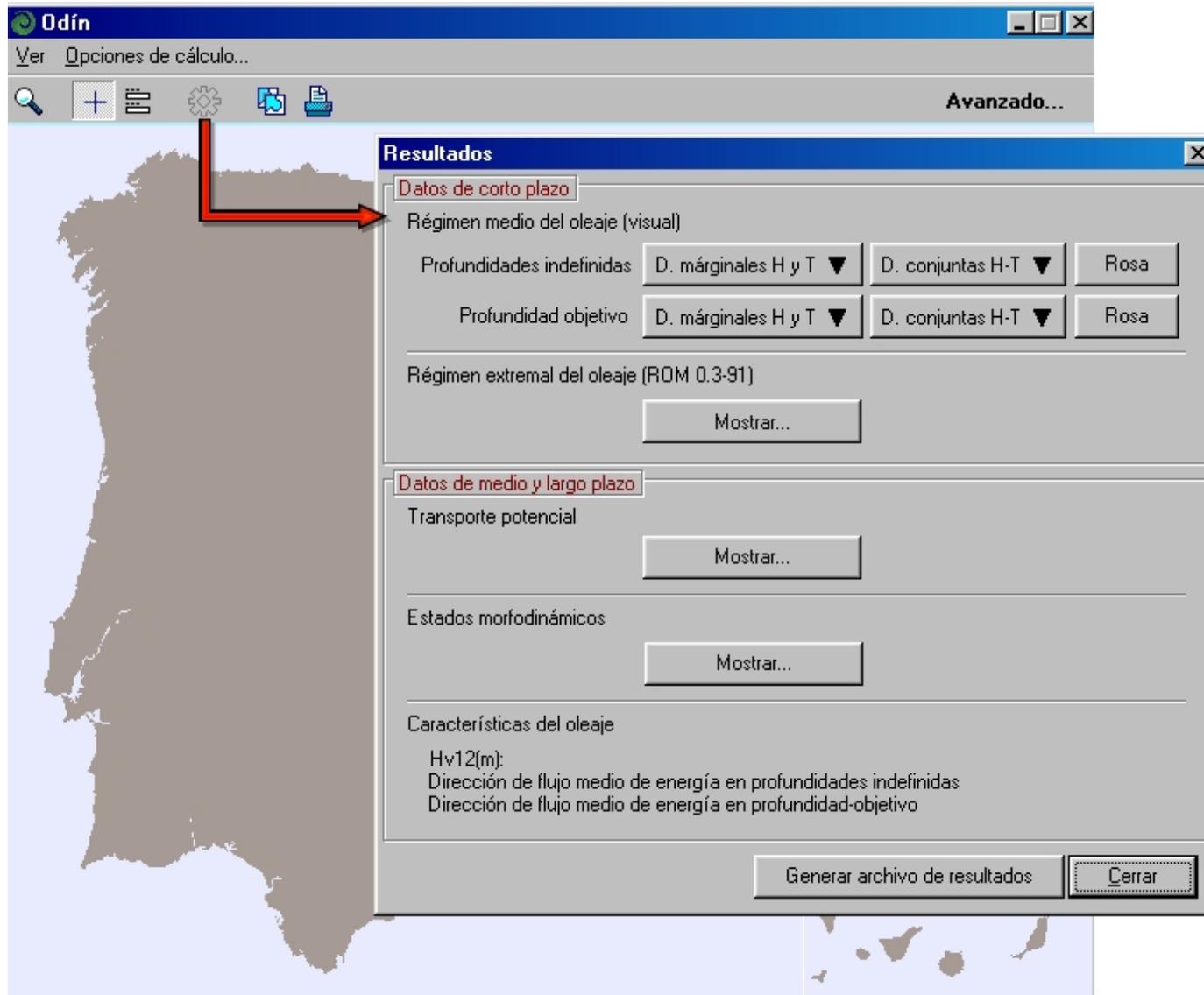


Figura 4.3. Menú principal del programa “Odín”

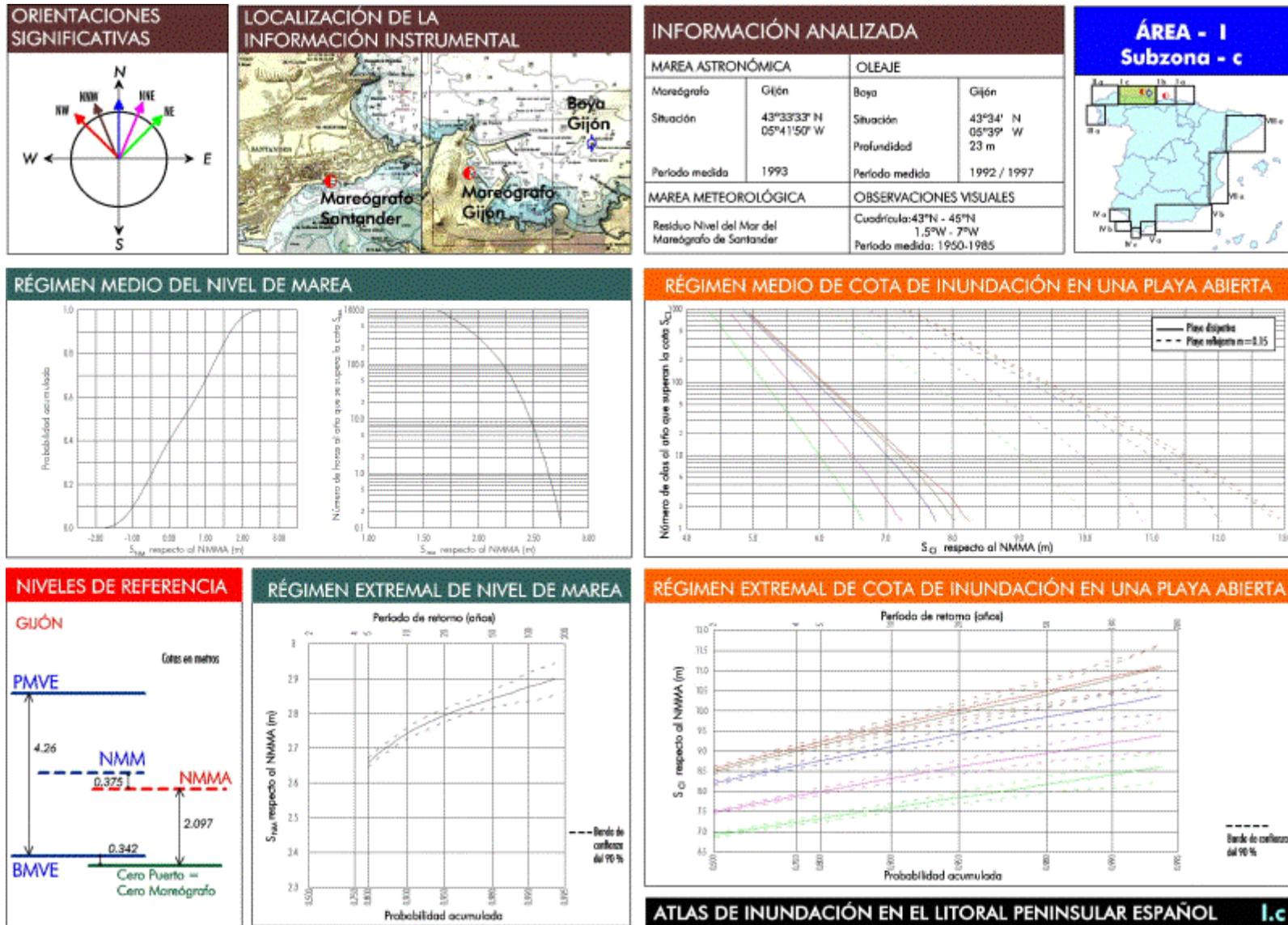


Figura 4.4. Página del Atlas de inundación



4.3 Módulo de “Análisis a corto plazo de playas” (Acordes)

Este módulo contiene los programas que permiten analizar sistemas costeros a una escala espacial y temporal de corto plazo, se compone de modelos de evolución morfodinámica en perfil 2DV (2 dimensiones en vertical), y modelos de evolución morfodinámica en planta 2DH (2 dimensiones en horizontal), tal como se muestra en el menú de la figura 4.5. Los detalles teóricos y de uso de estos modelos pueden ser consultados en sus respectivos manuales de referencia y usuario.

Programa de evolución del Perfil transversal en playas (Petra)

Este programa modela la evolución en el tiempo de un perfil de playa. El modelo simula los distintos procesos involucrados (propagación de oleaje monocromático y espectral, incluyendo rotura y posrotura, sobre-elevación e inundación en la zona de playa seca, cálculo del sistema inducido de corrientes, transporte de sedimentos por fondo y suspensión, etc.), permitiendo obtener la evolución del perfil después de la acción dinámica de un oleaje sobre un nivel de marea variable en el tiempo.

Programa de Morfodinámica de playas (Mopla)

Este programa modela la evolución morfodinámica de playas a corto plazo. Se compone de seis modelos numéricos, los cuales simulan la propagación del oleaje, el sistema de corrientes inducido por la rotura del oleaje, cálculo del transporte de sedimentos y la evolución de la batimetría. Los modelos se han organizado en dos grupos, por un lado aquellos que modelan los procesos asociados a la propagación de un tren de ondas monocromáticas, y por otro, los que modelan la propagación de un estado de mar, representado mediante un espectro de energía del oleaje.

Tal y como se expresa en el Documento Temático de Regeneración de Playas, los primeros modelos se aplican, fundamentalmente, para caracterizar la morfodinámica media en un tramo de costa. Este primer grupo, se compone de los siguientes programas:

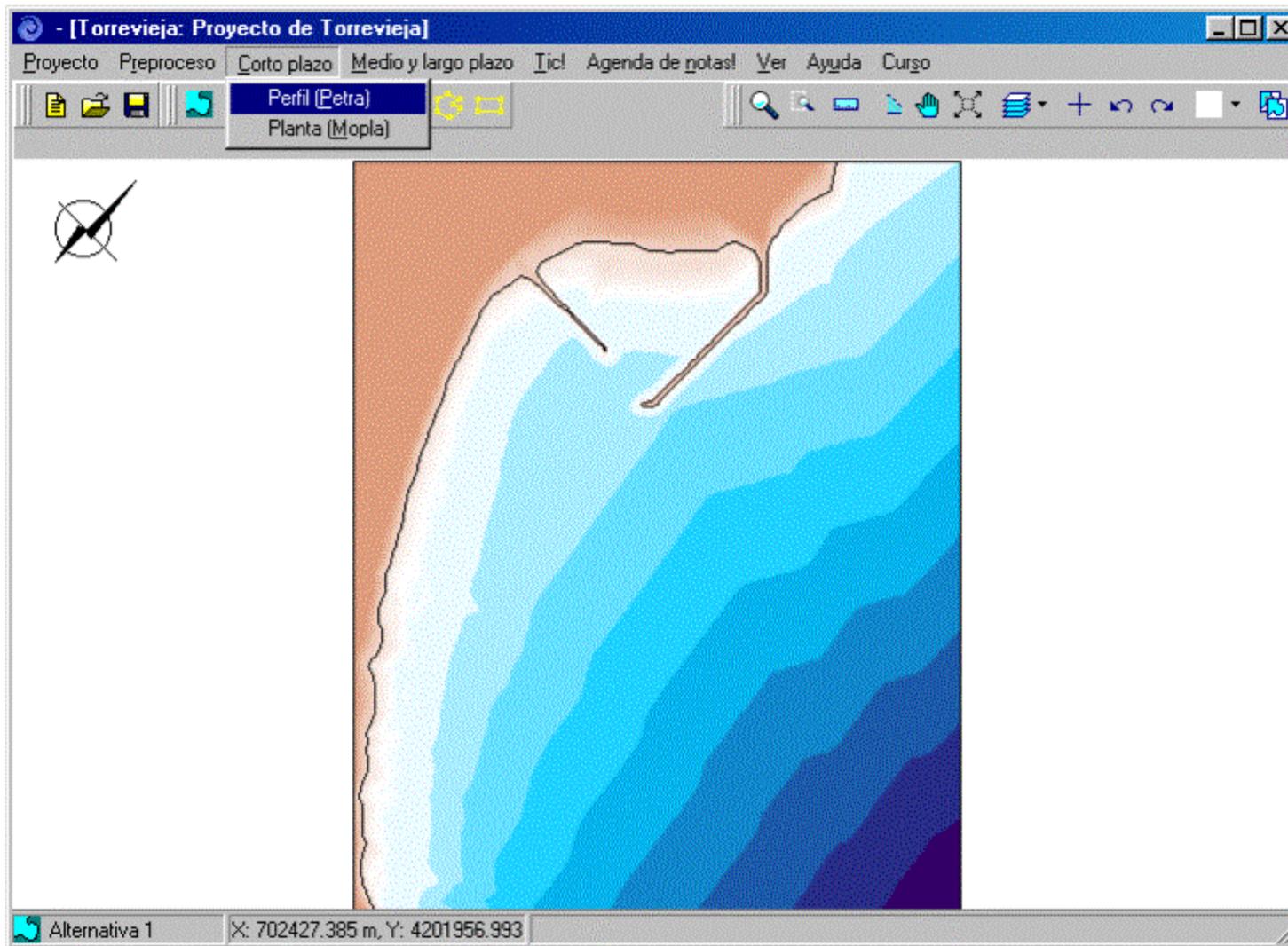


Figura 4.5. Módulo de “Análisis a corto plazo de playas” (Acordes)



- Oluca-MC: Modelo parabólico de propagación de oleaje **m**onocromático
- Copla-MC: Modelo de **C**orrientes en **p**layas inducidas por la rotura de ondas.
- Eros-MC: Modelo de **E**rosión – **s**edimentación y evolución de la batimetría en playas.

En cuanto a los segundos (oleaje espectral), se aplican fundamentalmente en el modelado de eventos extraordinarios o en casos donde se desea una mayor precisión en el cálculo de alturas de ola (diseños de diques u obras en general). Este grupo se compone de los siguientes modelos:

- Oluca-SP: Modelo parabólico de propagación de oleaje **s**pectral.
- Copla-SP: Modelo de **C**orrientes en **p**layas inducidas por la rotura del oleaje espectral.
- Eros-SP: Modelo de **E**rosión – **s**edimentación y evolución de la batimetría en playas (debido al oleaje espectral).

Una descripción detallada de todos estos modelos, se recoge en los correspondientes manuales del usuario y referencia.

4.4 Módulo de “Análisis a largo plazo de playas” (Arpa)

Este módulo recoge una serie de programas que permiten analizar un tramo de costa en escalas espaciales y temporales de largo plazo (ver el menú principal en la figura 4.6). Se compone de los siguientes programas: (1) playa en equilibrio y (2) estados morfodinámicos y modales de una playa.

Programa de playa en equilibrio

Dentro de un estudio de regeneración de un tramo de costa, en el cual encontramos playas de arena, es importante poder definir en un tiempo a largo plazo, cuál será la forma final de dicha playa. Dada la imposibilidad de los modelos numéricos a corto plazo de predecir dichas formas finales en períodos largos de tiempo, se han utilizado formulaciones de forma en planta y perfil de equilibrio.

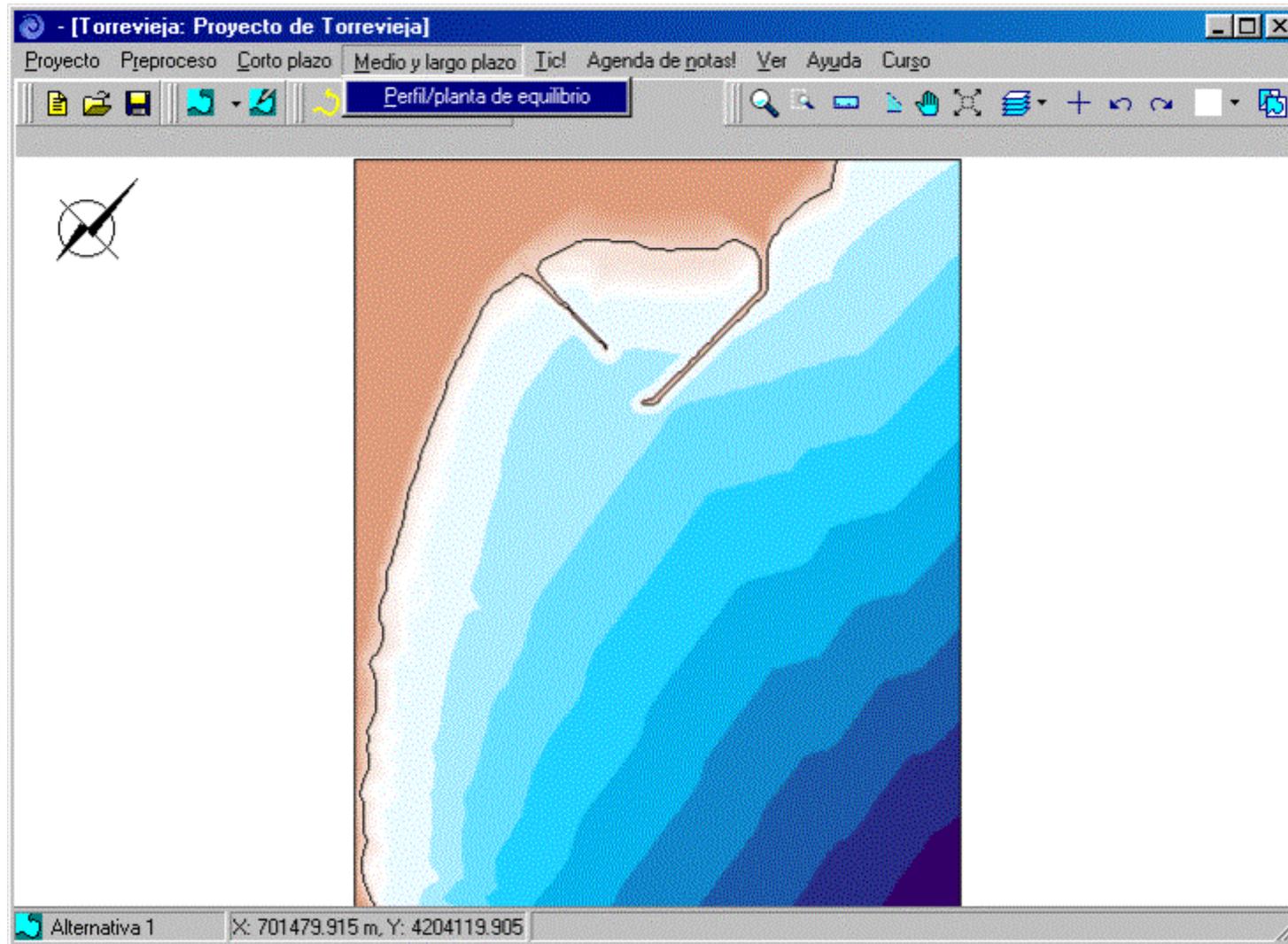


Figura 4.6. Módulo de “Análisis a largo plazo de playas” (Arpa)



Partiendo de una batimetría inicial de una zona de estudio, este programa integra estas formulaciones de equilibrio, modelando la batimetría final de una playa en equilibrio. Dado que este programa forma parte también del módulo de “Modelado del terreno”, los detalles de su contenido y funcionamiento se describirán en los capítulos 6 y 7.

Programa de estados morfodinámicos y modales de una playa

Este programa que está incluido dentro del Programa de Pre-proceso de oleaje (Odín), permite determinar los estados morfodinámicos de evolución de una playa antes y después de una determinada actuación, en el medio y largo plazo. Para ello, utiliza la información de la base de datos de oleaje visual.

El programa permite obtener para una playa, la siguientes información adicional:

- El histograma de la distribución de estados morfodinámicos y su estado modal.
- Los estados modales medio mensuales.

4.5 Módulo de “Modelado del terreno” (MMT)

Este módulo permite modificar una batimetría incluyendo o quitando contornos rígidos como: diques, espigones, muros, etc..., y contornos blandos como: rellenos de arena, dragados, etc... . Dado que uno de los principales objetivos de este manual es conocer a fondo este módulo, en el capítulo 6 se da una explicación detallada del mismo, y en el capítulo 7 se aplica a un caso de ejemplo.

4.6 Módulo del “Tutor”

El módulo del “Tutor” reúne aquellas formulaciones y procedimientos de cálculo simples relativos a la ingeniería de costas, que son necesarios para



suministrar la información de entrada para algunos de los programas que componen el SMC. Básicamente, este módulo se encuentra estructurado en cuatro secciones: dinámicas, procesos litorales, obras e impacto ambiental, tal como se muestra en la figura 4.7. El funcionamiento y detalles del contenido del programa se describen dentro del documento de referencia “Tutor de Ingeniería de Costas, Manual del Usuario”.

4.7 Otros elementos del SMC

Agenda de notas

La agenda de notas es una unidad del programa que registra información generada fundamentalmente, dentro de los módulos de Pre-Proceso y Tutor, la cual se utiliza desde cualquier programa del SMC para extraer información necesaria para su ejecución. El acceso a esta agenda puede hacerse en cualquier momento, desde cualquiera de los programas.

Ayuda

Esta unidad permite acceder a la información básica del manejo del sistema, no siendo objeto el dar ayuda en particular del manejo de los programas. Cada programa cuenta con una unidad de ayuda independiente durante su ejecución.

Curso interactivo de Regeneración de Playas

El SMC es una herramienta numérica que permite aplicar las metodologías propuestas en el Documento Temático de Regeneración de Playas. Para un adecuado uso del SMC es necesario entender y conocer muy bien estas metodologías de trabajo. Con el fin de facilitar al usuario dicha labor, se ha diseñado un curso interactivo, que de forma guiada va mostrando los distintos pasos que se deben seguir para un estudio de regeneración de playas. En la figura 4.8 se muestra una imagen del curso.

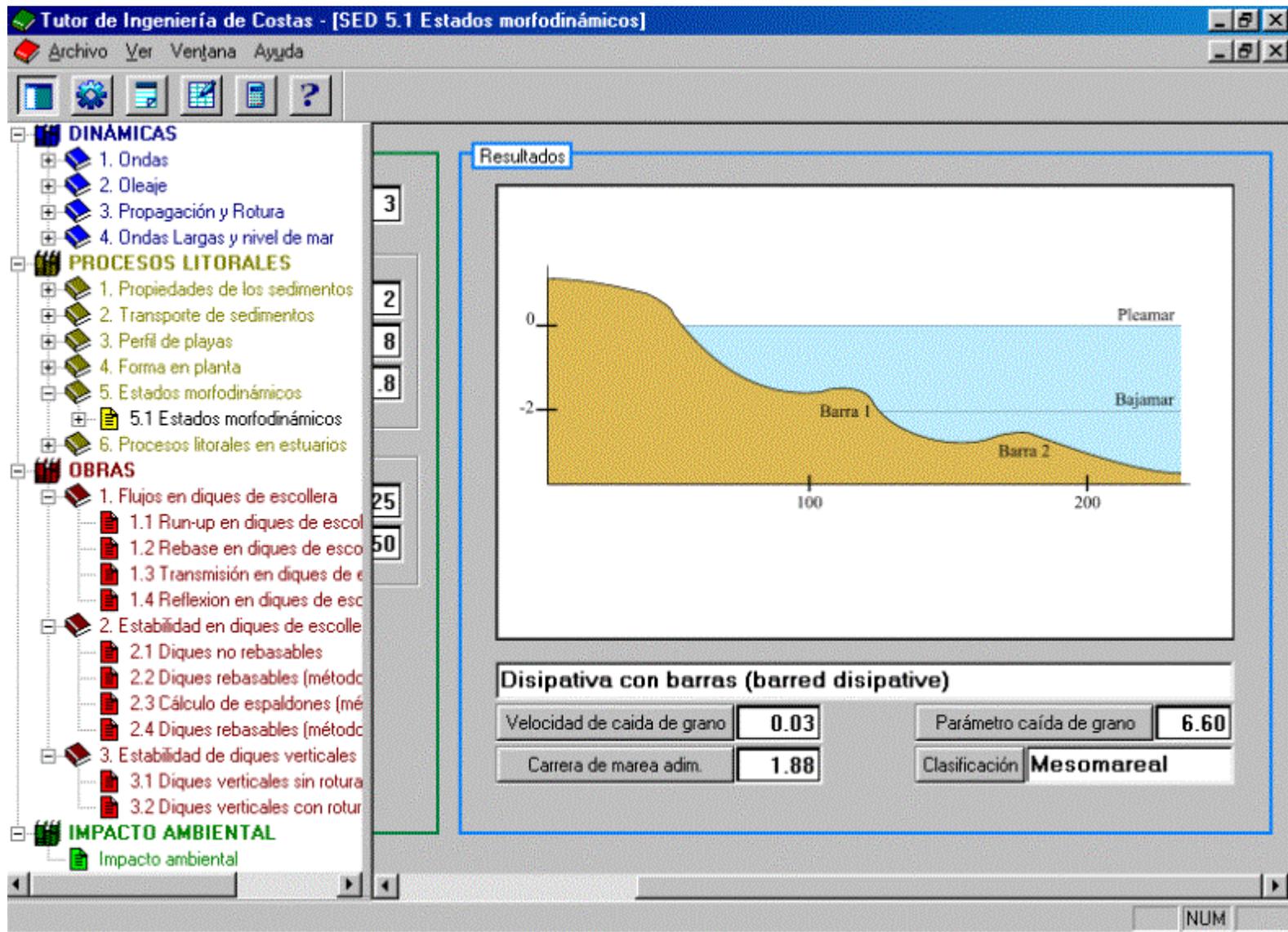


Figura 4.7. Tutor de ingeniería de costas (Tic)

Curso interactivo de regeneración de playas a través de inter...

Archivo Atrás Vínculos Dirección http://puerpc15.caminc Ir a

Introducción
 Conceptos Previos
 Metodología de Diseño
 Diseño Funcional
Diseño Estructural
 Ejemplo

CURSO INTERACTIVO DE REGENERACIÓN DE PLAYAS A TRAVÉS DE INTERNET

Inicio

- Hipótesis
- Dimensión de los procesos
- Escala de análisis
- Nivel de Cálculo
- Metodología
 - Largo Plazo
 - Medio Plazo
 - Corto Plazo
- Estrategias de Uso

[Documento PDF]

Polígono de la playa
 Línea de Costa
 Formas en Planta de Equilibrio
 Balnearios base
 Perfil de Equilibrio
 Talud en pendiente perpendicular al perfil
 Talud de Intersección (Pendiente paralela al perfil)

Planta Perfil Playa-3D

Internet

Figura 4.8. Curso interactivo de regeneración de playas

CAPÍTULO 5

CONCEPTO, ESTRUCTURA Y USO DE “PROYECTOS”



5. CONCEPTO, ESTRUCTURA Y USO DE “PROYECTOS”

5.1 Definiciones previas

Con el fin de facilitar la lectura de este capítulo, en esta sección se van a definir de forma muy general algunos de los elementos básicos de un proyecto.

- *Coordenadas x, y:* son las coordenadas horizontales sobre un plano, en cualquier sistema de referencia.
- *Coordenada z:* es la coordenada vertical (perpendicular al plano).
- *Batimetría X Y Z:* una serie de puntos con coordenadas (x, y, z) que definen la batimetría de una zona de estudio.
- *Contorno de costa, o costas:* un conjunto de puntos con coordenadas (x, y) que demarcan un contorno, que generalmente es el límite entre zonas de tierra y mar.
- *Imagen:* es un archivo de tipo (JPG, BMP o PNG) con la representación en planta de fotografías, planos o cartas náuticas de una zona de estudio.
- *Imagen referenciada:* es una imagen para la cual se le han definido unas dimensiones, y está localizada con respecto al sistema de coordenadas en el cual se está trabajando en el proyecto.
- *Polígono:* es un elemento que permite modificar una batimetría de una zona de estudio. Un polígono es un elemento que delimita una serie de puntos batimétricos, el cual nos interesa superponer a una batimetría en el plano de trabajo, con el fin de modificar sus coordenadas (x, y, z) .
- *Plano de trabajo:* es el espacio en la pantalla donde el usuario es capaz de modificar la batimetría y sus contornos, también puede visualizar batimetrías, imágenes, líneas de costa, individualmente o combinadas (ver figura 4.1). Este espacio rectangular está delimitado por unos ejes (x, y) que define una batimetría o el mismo usuario.



- *Área de trabajo:* es un rectángulo que delimita una zona específica de interés dentro del plano de trabajo (ver figura 4.1). Este rectángulo es de ejes paralelos al plano de trabajo, con igual o menores dimensiones.
- *Plano regenerado:* es el espacio en la pantalla donde el usuario puede visualizar las modificaciones llevadas a cabo sobre la batimetría del plano de trabajo.
- *Escenario:* es una zona de la costa donde interactúa su batimetría con un grupo de contornos (diques, acantilados, muros, ...) y un patrón de dinámicas locales (oleajes, corrientes, mareas, ...). Cualquier modificación de uno de estos elementos genera un nuevo escenario.
- *Alternativa:* el concepto de alternativa dentro de un proyecto, se asocia a un *escenario*, el cual desea analizar el usuario. Una alternativa se compone fundamentalmente de un plano de trabajo, donde el usuario haciendo uso de algunos elementos gráficos, modela y modifica una batimetría y, es capaz de aplicar algunas de las herramientas de corto, medio y largo plazo. Una alternativa lleva asociada, como se verá más adelante, una serie de directorios donde almacena toda la información del caso en cuestión.

5.2 ¿Qué es un Proyecto?

Un “Proyecto” es un área de trabajo dentro del SMC, que está asociada a una zona de estudio en un tramo de costa. El módulo de “Proyecto” gestiona toda la información generada dentro de un estudio, almacenándola de forma estructurada.

Un proyecto se puede crear a partir de dos opciones distintas:



- Opción 1: a partir de la ejecución del Programa Baco, el cual transfiere a un proyecto una serie de polígonos con batimetrías, cartas náuticas y líneas de costa, de una zona de interés (ver figura 5.1).
- Opción 2: a partir de un proyecto vacío, donde se genera una primera alternativa de trabajo mediante la lectura de uno de los siguientes archivos: archivo de batimetría XYZ tipo ASCII, archivo de imagen (BMP, JPG o PNG), o un archivo de contorno de costa tipo (DXF, BLN). Una descripción del formato de estos archivos se encuentra en el Anejo I.

Cuando se genera un proyecto, se crea un directorio, tal como se muestra en la figura 5.1. Este directorio contiene una serie de subdirectorios, que almacenan la información del proyecto: un primer directorio denominado “libreta” almacena información proveniente de los programas de pre-proceso. Los cinco subdirectorios siguientes (batimetrías, imágenes, costas, polígonos y playas) almacenan todos los elementos dentro del proyecto relacionados con su mismo nombre. Existen, como se verá más adelante, algunas “listas” que permiten acceder a la información de estos directorios. Esta información es global y está disponible para todo el proyecto.

Por otro lado, existen otros subdirectorios denominados “alternativas” (ver su concepto en definiciones previas). El directorio de la primera alternativa se genera cuando se crea un proyecto con cualquiera de las opciones anteriores, las demás alternativas las va generando el usuario a medida que va trabajando con el sistema. Estos directorios almacenan la información asociada a cada plano de trabajo, y es ahí donde se generarán los subdirectorios de trabajo para los distintos modelos numéricos del SMC. El usuario es libre de generar el número de directorios de alternativas que desee (su única limitación es el espacio en el disco duro del PC), cada alternativa dispone de cualquiera de los elementos almacenados en los cinco directorios descritos previamente, como también de ir almacenando en estos directorios todos los elementos que genere dentro del plano de trabajo.

Una vez conocida la estructura del proyecto, pasaremos a describir de forma detallada los dos elementos base del módulo de “Proyecto”: (1) el menú de proyecto, y (2) la ventana de *Control de alternativas*, que permite crear o moverse entre éstas. Es muy importante entender y manejar correctamente estos elementos, dado que son la base para el uso del sistema.

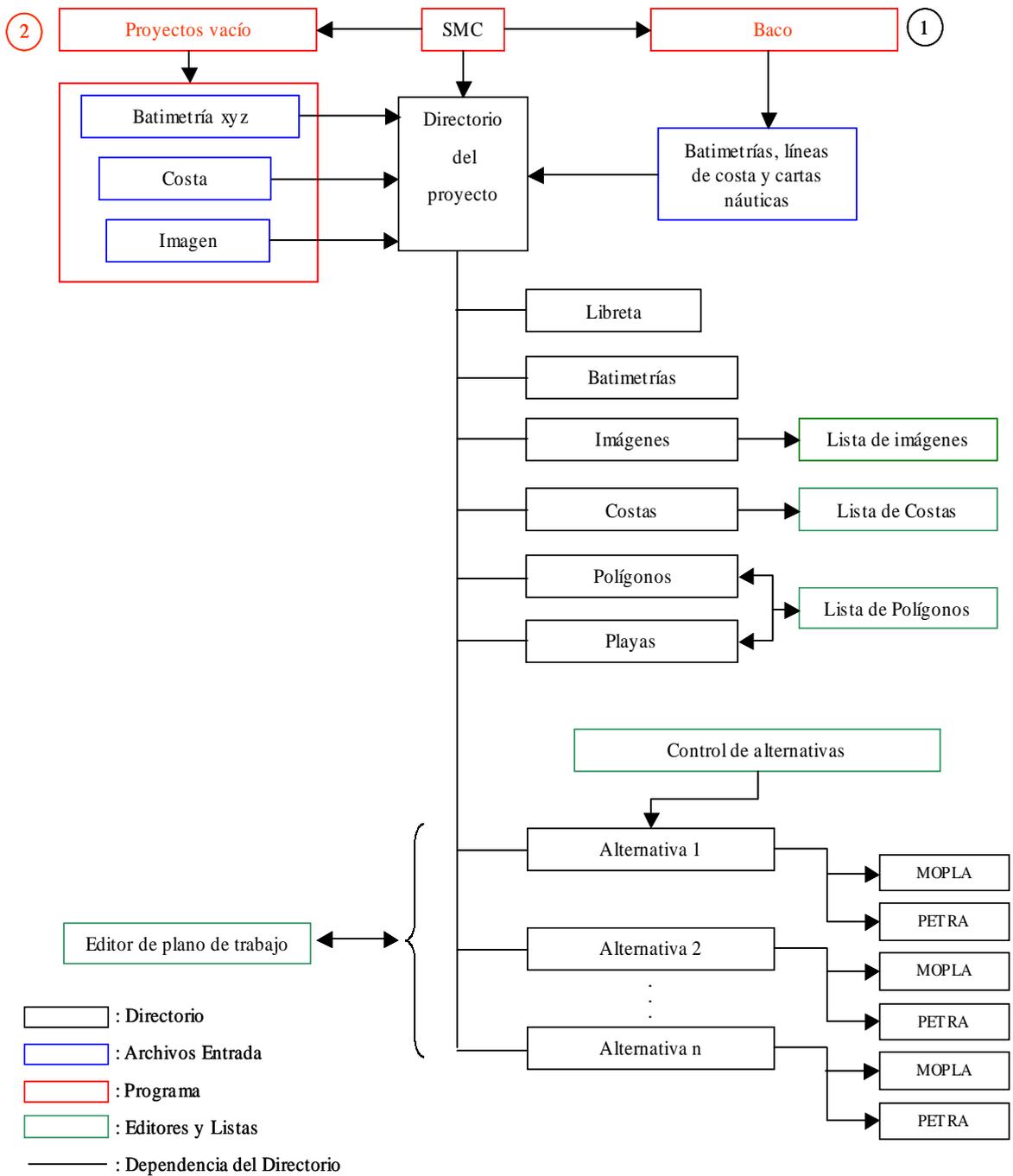


Figura 5.1. Esquema global de la estructura de un “proyecto” dentro del SMC



5.3 Menú de proyecto

Este menú gestiona la información de los proyectos, así como también algunos aspectos globales del SMC. Dentro del SMC se puede acceder al menú del proyecto, pulsando el botón de “Proyecto”, primero en la barra de menús, tal como se muestra en la figura 5.2. A continuación se describen las opciones de este menú:

Nuevo Proyecto:

Su selección permite crear un nuevo proyecto, otra forma de acceder a esta opción es pulsando con el ratón el botón (1) de la figura 5.2. Una vez que aparece el menú “Crear proyecto nuevo”, (ver figura 5.3.B) es necesario seguir los siguientes pasos:

- Seleccionar en el árbol de la izquierda, el directorio de donde cuelga el proyecto, por defecto el SMC.
- Dar un nombre al proyecto, el cual será también el nombre del directorio de trabajo.
- A continuación, dar una descripción al proyecto.
- En caso de que se desee crear el proyecto a partir del Programa Baco, pulsar el botón “Crear desde Baco”, que aparece en la figura 5.3.B. Esta acción ejecuta el programa, y desde éste, se genera un directorio denominado “Alternativa 1” en el que se almacena la correspondiente información de cartas náuticas, batimetrías y líneas de costa de la zona de interés. Como ya se dijo anteriormente, en la Sección II de este documento se describe cómo es el manejo del Programa “Baco”.
- Si por lo contrario, se desea crear un proyecto a partir de un archivo de batimetría, una imagen o una línea de costa, pulsar el botón “Crear vacío” tal como se muestra en la figura 5.3.B; apareciendo en pantalla la ventana (C), denominada *Control de alternativas*. Pulsando el botón con el dibujo de una página, aparece la lista desplegable (D), con cuatro opciones: las tres primeras (batimetría XYZ, imagen y costa) nos permiten crear un nuevo proyecto. La última opción (copiar alternativa activa) permite copiar una alternativa ya existente, que es solo útil cuando ya existe el proyecto.

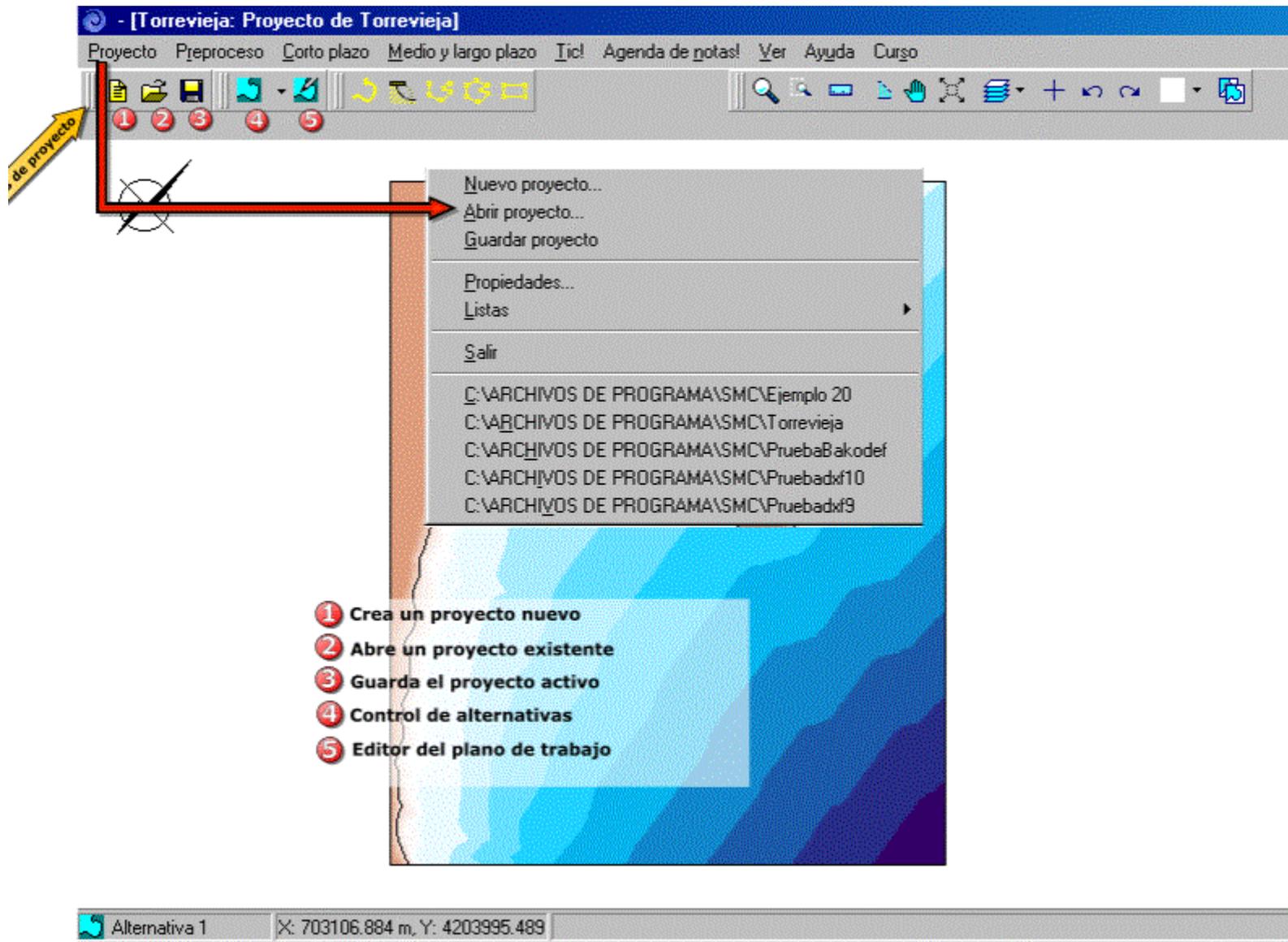


Figura 5.2. Menú del proyecto

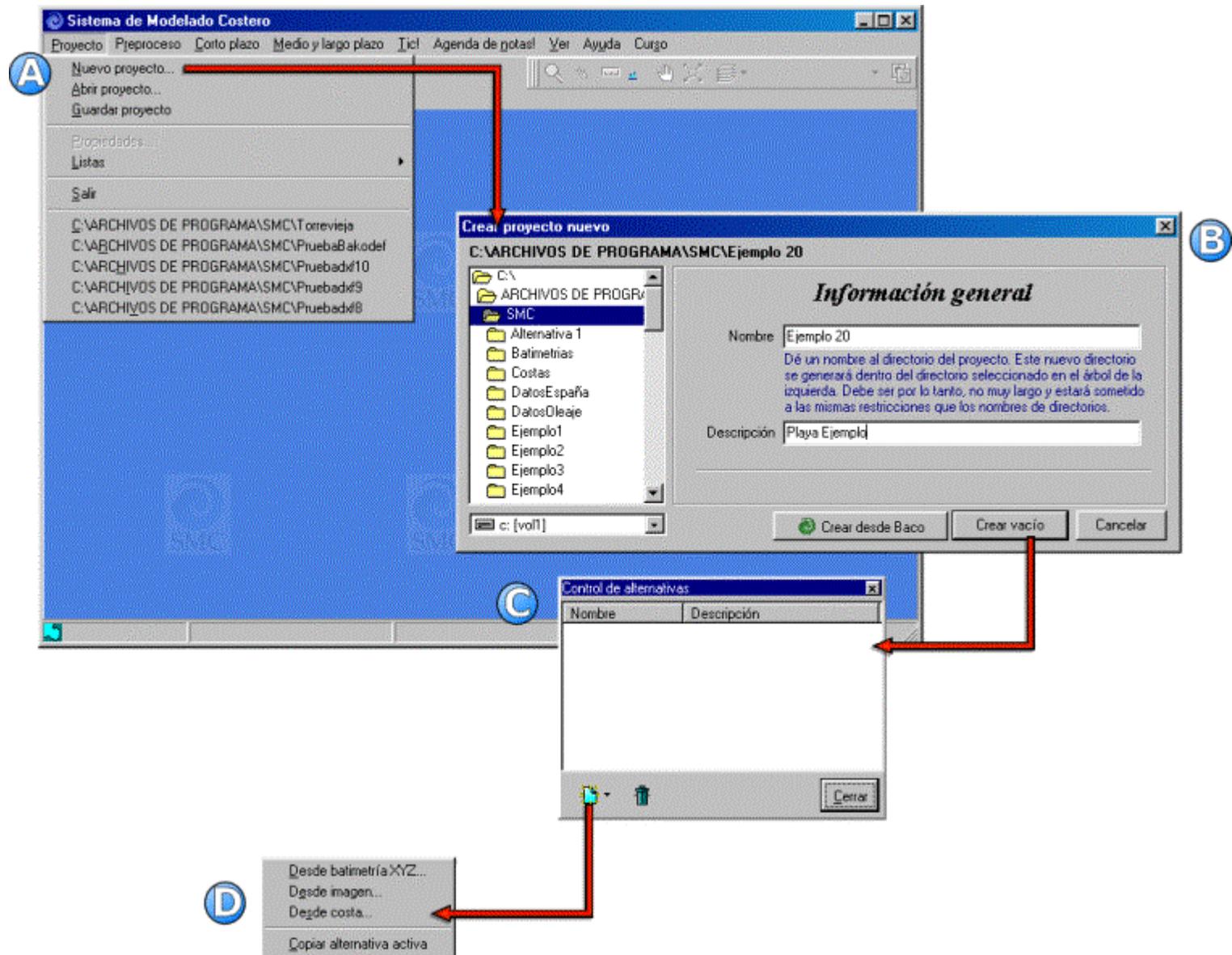


Figura 5.3. Crear un “proyecto”



- Cuando se crea un proyecto a partir de un archivo de batimetría XYZ, imagen o costa, el sistema genera el directorio del proyecto, y dentro de éste, un subdirectorio con la primera alternativa. El elemento encargado de leer el archivo y generar dicho subdirectorio es la ventana de *Control de alternativas* (figura 5.3.C). Con el fin de facilitar la lectura de esta sección *Menú de proyecto*, en el siguiente apartado 5.4, se describen los pasos que hacen falta para terminar de crear el proyecto desde esta ventana. A continuación vamos a terminar la descripción de las opciones de este menú.

Abrir Proyecto:

Permite abrir un proyecto ya existente. Una vez se ha seleccionado esta opción, aparece un menú similar al de la figura 5.3.B, permitiendo buscar en el árbol de la izquierda, el directorio correspondiente. Otras formas de acceder a esta opción son: pulsando, con el ratón, el segundo botón amarillo bajo la barra de menús (figura 5.2) o seleccionando en la parte inferior del menú de “Proyecto”, una de las direcciones almacenadas (ver la figura 5.3.A).

Guardar Proyecto:

Esta opción permite guardar en disco los elementos que se han generado o modificado, hasta ese momento dentro del proyecto. Otra forma de acceder a esta opción, es pulsando el tercer botón amarillo bajo la barra de menús (figura 5.2). Por seguridad del sistema, cuando se sale del SMC, éste siempre pregunta si guarda la información del proyecto. Se recomienda al usuario ir guardando el trabajo efectuado en el proyecto, a medida que se trabaja sobre éste y no esperar a guardar toda la información solo hasta el final de la sesión.

Propiedades:

En esta opción aparecen algunas propiedades y atributos generales del proyecto, como son el directorio de trabajo y la descripción.

Listas:

Esta opción permite editar las listas de todos los polígonos, imágenes y costas que han sido generadas o leídas desde archivos, por las distintas alternativas dentro del proyecto.



Cabe resaltar que es *aquí, únicamente*, donde se pueden *borrar de forma irreversible* algunos de estos elementos del proyecto.

5.4 Ventana de *Control de alternativas*

Usos de este control

El control de alternativas permite al usuario:

- Generar la primera alternativa cuando se crea un proyecto.
- Crear nuevas alternativas dentro del proyecto.
- Moverse entre las distintas alternativas del proyecto.

La ventana de *Control de alternativas* junto con el *Editor del plano de trabajo* (el cual veremos más adelante), son elementos fundamentales que el usuario debe dominar si se quiere trabajar de forma apropiada con el SMC.

Acceso

Se puede acceder a esta ventana de dos formas: la primera es cuando se crea un proyecto, tal como se describió en el apartado anterior, siguiendo el procedimiento de la figura 5.3. La segunda, es cuando ya se está trabajando dentro de un proyecto, se accede pulsando el primer botón azul de la barra de botones gráficos (ver figura 5.4).

Manejo

El control de alternativas permite al usuario tres posibilidades, moverse entre las distintas alternativas existentes, lo cual se consigue, seleccionando con el ratón una alternativa de la lista de la figura 5.4.A. La segunda posibilidad es crear una nueva alternativa, y la última, es borrar una alternativa ya existente.

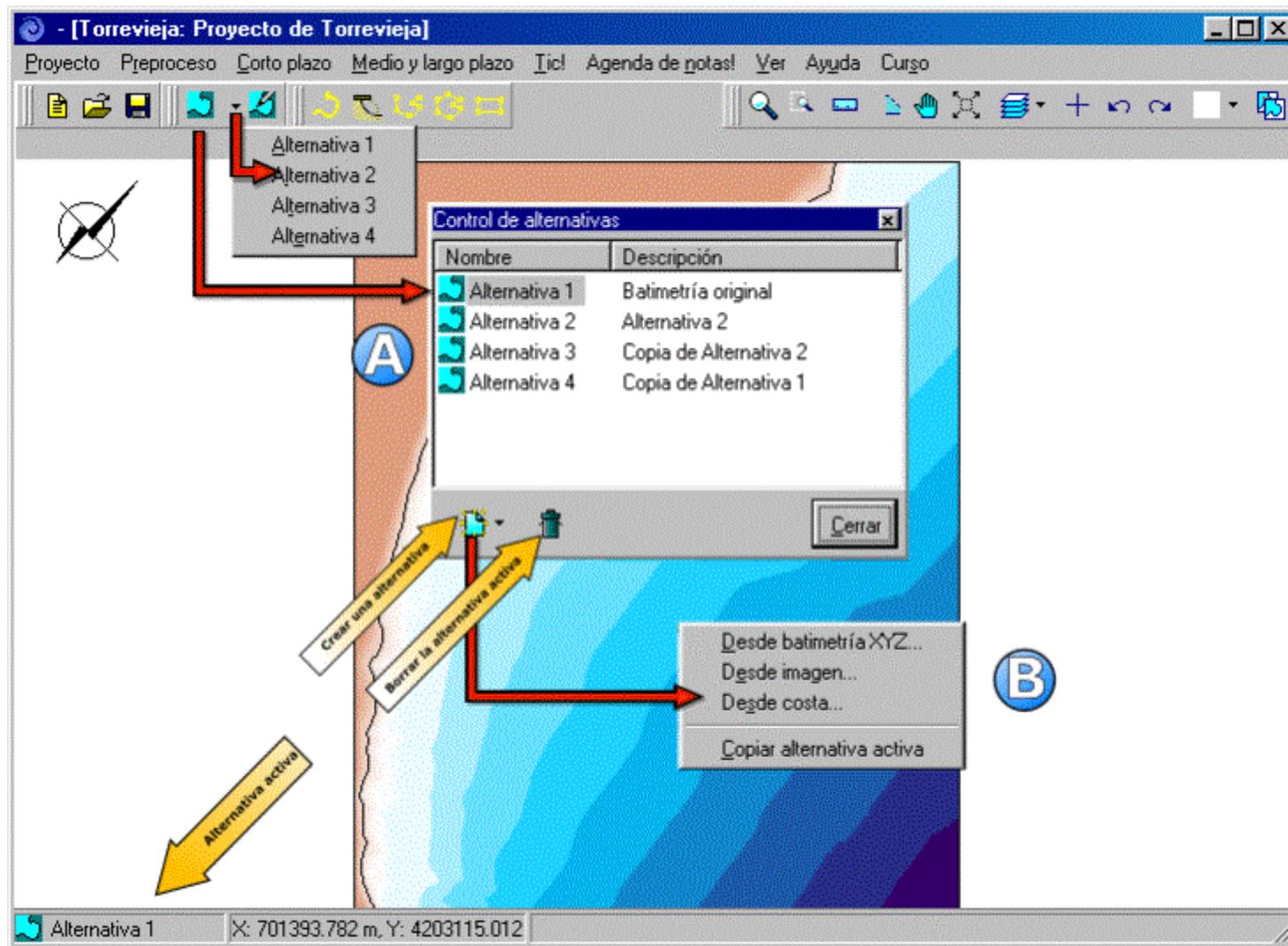


Figura 5.4. Ventana de *Control de alternativas*



A continuación se da una descripción detallada de cómo crear alternativas, ya sea para crear un nuevo proyecto, o como parte del trabajo dentro de un proyecto ya existente.

Cómo crear una alternativa desde un archivo de batimetría XYZ

Lo primero es pulsar en la lista de la figura 5.4.B la opción “desde batimetría XYZ...”, apareciendo a continuación, una ventana de *Nueva alternativa* donde se deben seguir los pasos que se muestran en la figura 5.5. Las letras identifican las ventanas que aparecen durante el proceso y los números el orden cronológico en el que se deben de seguir las acciones a continuación:

1. Pulsar en la ventana (A), el botón “Archivo XYZ de batimetría”.
2. Una vez en la ventana (B), aparece una lista con los archivos de batimetrías que se han ido incorporando al proyecto, lista que estará vacía cuando se crea un proyecto. En caso de que se desee crear la alternativa con uno de estos archivos, seleccionarlo y pulsar el botón “Seleccionar” volviendo al menú anterior. Si lo que desea es leer un nuevo archivo (por ejemplo, en el caso de crear un proyecto) pulsar el botón “+ Añadir archivo XYZ”.
3. En este momento aparece el menú (C), donde se lee y definen aspectos de la batimetría. Pulsando el botón con la carpeta azul, aparece la ventana (D) con un árbol de búsqueda del archivo de batimetría.
4. Buscar y seleccionar en el árbol el archivo deseado, después pulsar el botón “Abrir”. En este instante aparece en la lista de (C), el nombre del archivo de la batimetría (para consultar detalles acerca del formato de este archivo, consultar el Anejo I).
5. Existe en la ventana (C), una opción que permite al usuario definir una nueva elevación del cero actual de la batimetría.
6. También se debe especificar el tipo de archivo, si es de batimetría o topografía. El SMC trabaja internamente solo con batimétricas, multiplicando cualquier archivo en topográficas por -1 . En la parte inferior de la ventana (C) aparecerán los rangos de la batimetría en (x, y, z) y el número total de puntos del archivo.
7. Pulsar el botón “Añadir”, volviendo de nuevo a la ventana (B).
8. En (B) dar a “seleccionar”, llevándonos esta acción finalmente a la ventana inicial (A).

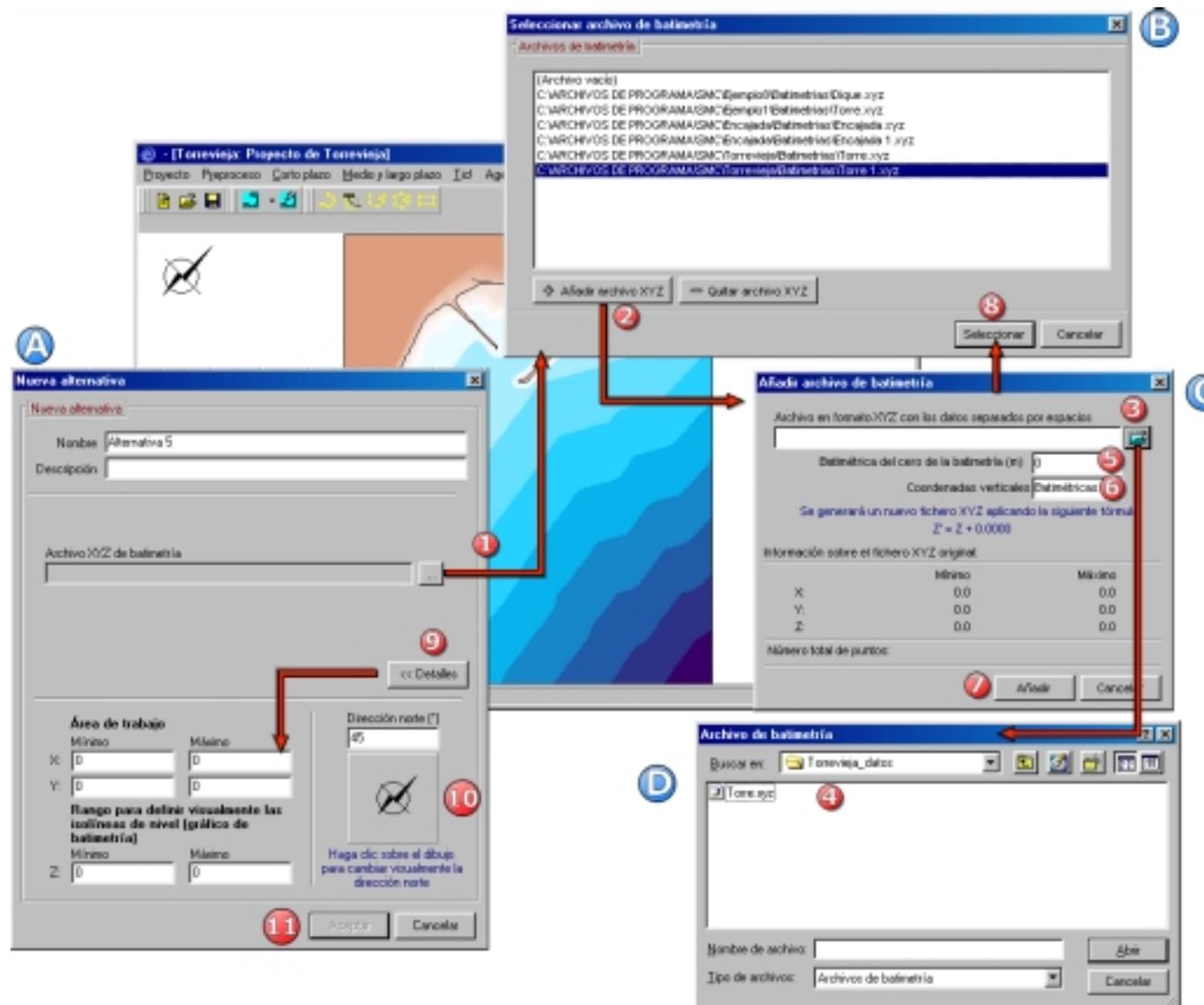


Figura 5.5. Crear una alternativa desde un archivo de batimetría XYZ



9. Si pulsamos el botón “Detalles”, es posible definir un área de trabajo a partir de unas coordenadas (x, y) , así como definir un rango de niveles a efectos visuales del gráfico de batimetrías en el plano de trabajo. Por defecto aparece el rango inicial (x, y, z) definido por la batimetría. Si no se desea definir un área de trabajo a este nivel, más adelante existe la posibilidad de hacerlo.
10. De igual manera se permite en esta ventana, definir una orientación del Norte (orientación que también puede ser modificada más adelante, dentro del SMC).
11. Finalmente, pulsar el botón “Aceptar”, esperar que el gráfico de la batimetría aparezca sobre el plano de la alternativa, y cerrar la ventana (5.4.A) de *Control de las alternativas*.

A partir de este momento, esta batimetría la denominaremos “batimetría base” del plano de trabajo.

Cómo crear una alternativa desde un archivo de imagen

De igual forma a como en el caso anterior, pulsar en el menú de la figura 5.4.B la opción *Desde imagen...* . En la figura 5.6 se muestran las ventanas y la secuencia cronológica que se debe de seguir para crear la nueva alternativa, tal como se indica a continuación:

1. Una vez que aparece la ventana (A) de *Nueva alternativa*, al igual que en el caso anterior dar un nombre y su descripción.
- 2 a. Si se desea seleccionar una imagen referenciada ya existente en el proyecto, seleccionarla de la lista y pulsar “aceptar”. Esta acción finaliza la lectura de la imagen.
- 2 b. Si por el contrario, lo que se desea es leer una nueva imagen (como es el caso cuando se está creando un proyecto), pulsar el botón amarillo en la etiqueta: “Crear desde archivo de imagen”. Esta acción abre la ventana (B), la cual permitirá seleccionar el archivo de la imagen.
3. Pulsar el botón “+ Añadir archivo de imagen”, donde podremos visualizar la ventana (C) de *Añadir archivo de imagen*.
4. Dando al botón azul, es posible abrir un editor de búsqueda similar al descrito en la figura 5.5.D, el cual permite buscar y seleccionar la imagen deseada (imagen tipo BMP, JPG o PNG).

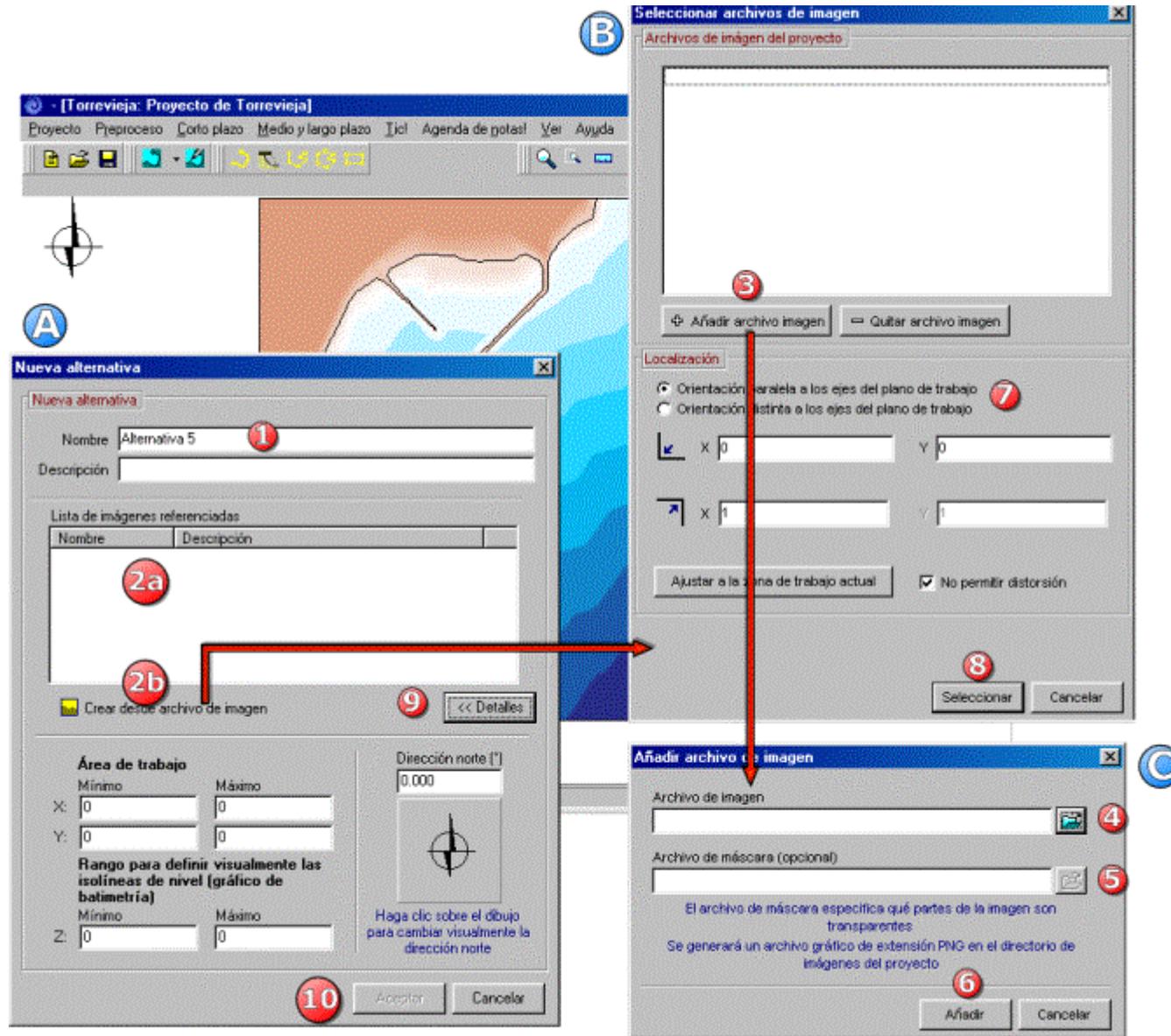


Figura 5.6. Crear una alternativa a partir de un archivo de una imagen



5. En esta misma ventana (C), existe la opción de leer un archivo denominado “de máscara”. Este archivo permite convertir en transparentes algunas zonas de la imagen (por ejemplo, eliminar en una foto de una playa y el mar, las zonas azules del mar, dejando solo visibles (opacos) los contornos de playa y zonas de tierra). Este archivo es la misma imagen que leímos en (4), la única diferencia es que se encuentra totalmente en escala de grises. Las zonas que se encuentran en color negro indican las zonas que serán transparentes en la imagen en color, y las zonas en blanco las zonas opacas o visibles. Los grises definirán transparencias intermedias en la imagen en color.
6. Una vez seleccionado el archivo de la imagen, ésta aparecerá en la lista de archivos de imágenes del proyecto (ventana B), como un archivo tipo PNG, dado que es el formato interno con que el SMC maneja las imágenes.
7. En la parte inferior de la misma ventana (B), se puede dar una escala a la imagen, definiendo las coordenadas (x, y) de sus esquinas. Lo cual permitirá definir los límites del plano de trabajo. En caso de estar generando un nuevo proyecto solo nos interesa definir las coordenadas de las dos esquinas que se muestran en la ventana (B) (inferior izquierda y superior derecha).

Por otro lado, si estamos dentro de un proyecto donde ya existe el plano de la alternativa y tenemos definida un área de trabajo (lo que significa que ya existen unos ejes de referencia), tenemos dos opciones: la primera, es que la imagen esté orientada igual que los ejes del plano de trabajo (área de trabajo), con lo cual solo se definen las coordenadas de las esquinas inferior izquierda y superior derecha de la imagen. La segunda, es que la imagen presente una orientación distinta a la del plano de trabajo, con lo cual es necesario definir las coordenadas de tres de sus esquinas (la inferior izquierda, la superior izquierda, la inferior derecha). Dado el caso, en que no se disponga de las coordenadas de las esquinas de la imagen, existe la opción de ajustar la imagen a los límites existentes del área de trabajo, de tal manera que una vez que se esté trabajando sobre el plano, el usuario podrá desplazar o deformar la imagen para ajustarla manualmente. Para este ajuste manual, el programa por defecto no permite distorsionar la imagen. Dicha opción es libre de ser cambiada por el usuario.

8. Una vez referenciada la imagen, pulsar “Seleccionar” en (B), a partir de esta opción volvemos a la ventana (A), donde aparecerá en la lista nuestra nueva imagen ya referenciada.
9. De nuevo, al igual que en el caso del proyecto desde una batimetría, se puede seleccionar un área de trabajo (x, y) sobre la imagen y la orientación del



Norte. Cabe aclarar que los rangos para isolíneas de nivel no representan ninguna utilidad en esta opción.

10. Finalmente, pulsar el botón “Aceptar” en la ventana (A). A partir de este momento aparecerá la imagen en el plano de trabajo de la alternativa activa.

Cómo crear una alternativa desde un archivo de contorno de costa

Pulsar la opción “Desde costa...” en el menú (B) de la figura 5.4, y seguir el procedimiento descrito a continuación (ver secuencia en la figura 5.7):

1. Dar un nombre a la alternativa o aceptar el que se da por defecto. Luego, proporcionar, si se desea, una descripción.
- 2 a. Si se desea leer una línea de costa que ha sido incluida previamente dentro del proyecto, seleccionarla de la lista de costas en la ventana (A), y pulsar directamente el botón (6) “Aceptar”.
- 2 b. Si por el contrario, se desea leer un nuevo contorno de costa (por ejemplo, cuando se crea un proyecto), pulsar el botón denominado “Importar contorno de costa”, apareciendo la lista (B).
3. Seleccionar una de las dos opciones (archivo tipo DXF o archivo tipo BLN), con lo cual, aparece después en pantalla el editor *Abrir* (C).
4. En este editor es posible buscar y seleccionar el correspondiente archivo; después de esta acción pulsar el botón “Abrir”, el cual nos devuelve a la lista de costas de la ventana (A).
5. Al igual que en el caso de batimetría XYZ y la imagen, se da la opción de definir un área de trabajo junto a la orientación del Norte. De nuevo, el rango de isolíneas de nivel no tiene sentido en esta opción.
6. Finalmente, pulsar el botón “Aceptar”, con lo cual, aparecerá en el nuevo plano de trabajo de la alternativa, el contorno de costa.

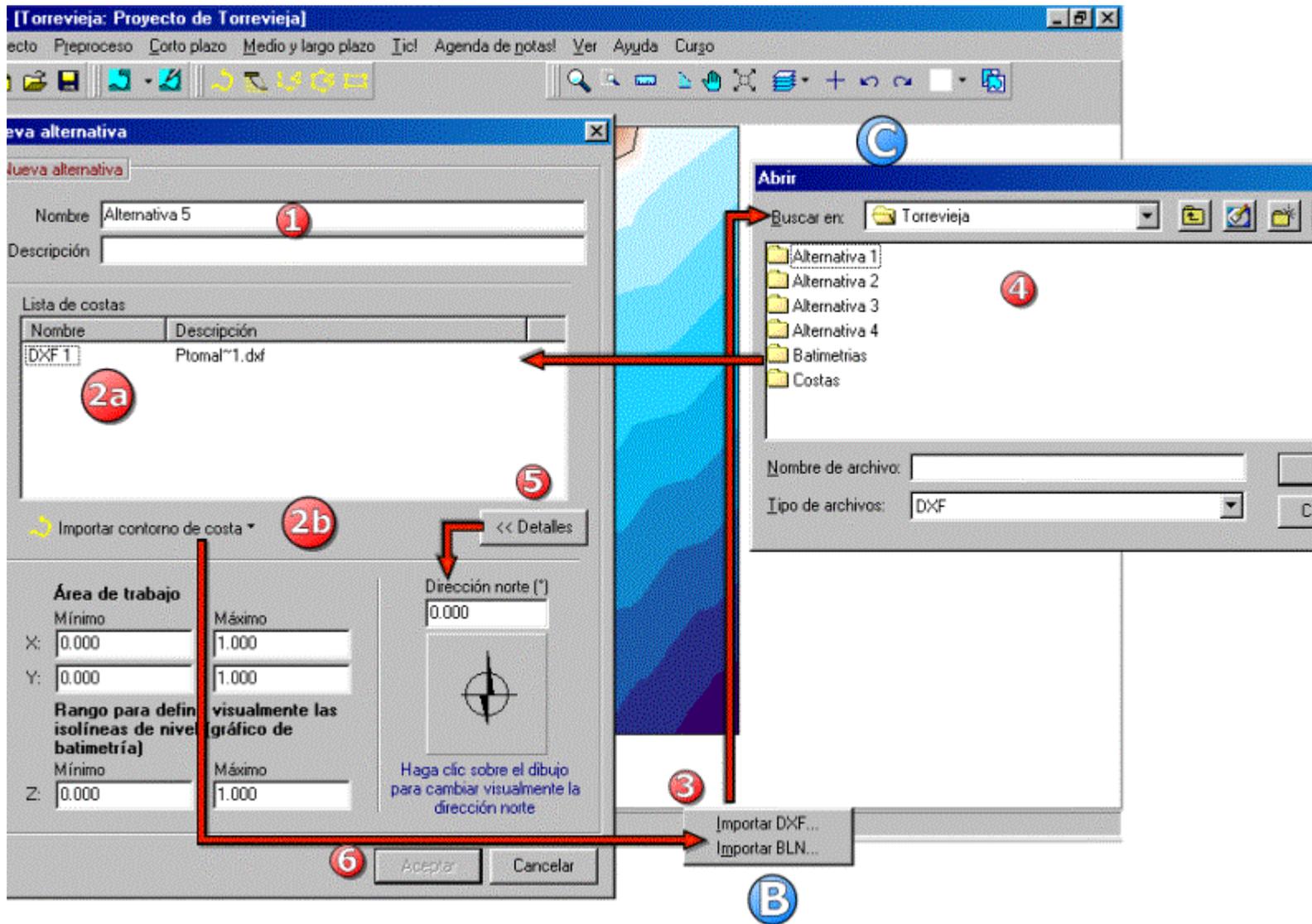


Figura 5.7. Crear un alternativa a partir de un archivo de contorno de costa



Cómo crear una alternativa a partir de otra existente

Esta opción permite copiar una alternativa activa, en otra nueva que se desea crear. Estando localizados en el plano de una alternativa, acceder al control de alternativas (figura 5.4) y pulsar la opción “Copiar alternativa activa” de la lista (B). Esta opción se puede aplicar sólo cuando el proyecto existe y contiene por lo menos una alternativa. A continuación, con la ayuda de la figura 5.8 se describe el procedimiento que se debe seguir:

1. Definir nombre y descripción de la nueva alternativa.
2. Existen dos opciones para copiar la alternativa activa: una es copiar el plano de trabajo con todos los elementos que lo componen (batimetría base, polígonos, costas, imágenes), y la segunda opción, es copiar únicamente la batimetría regenerada con sus costas e imágenes. En esta segunda opción la batimetría regenerada se convertirá en la batimetría base de la nueva alternativa y ya no existirán los polígonos. En el siguiente capítulo, módulo de “Modelado del terreno”, se explica el concepto de la batimetría regenerada.
3. Una vez se ha seleccionado una de estas dos opciones, al pulsar el botón “Aceptar”, el sistema genera un directorio con la nueva alternativa, junto con un nuevo plano y área de trabajo. Finalmente, el sistema se posiciona sobre la nueva alternativa quedando ésta como la activa.

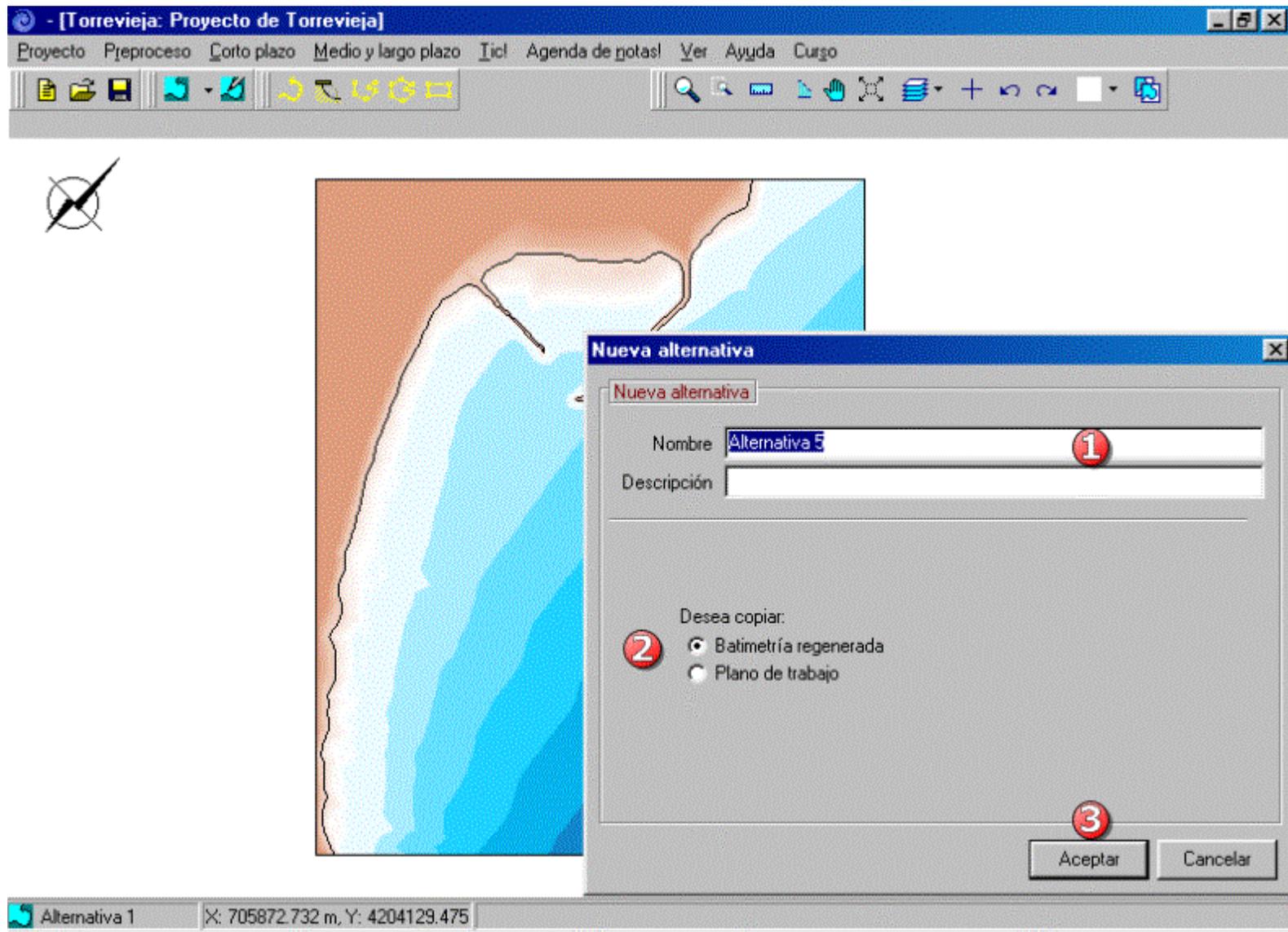


Figura 5.8. Crear una nueva alternativa a partir de una alternativa ya existente.

CAPÍTULO 6

— MÓDULO DE “MODELADO DEL TERRENO” (MMT)



6. MÓDULO DE “MODELADO DEL TERRENO” (MMT)

Dado que uno de los principales objetivos de este manual es conocer y enseñar el manejo de este módulo, se ha intentado dar, a este capítulo, una estructura lo más clara posible. Esta Sección queda organizada de la siguiente forma: Inicialmente se definen algunos de los elementos básicos del módulo, a continuación, se describe qué es el MMT y cuál es su estructura. En la siguiente sección, se habla de las posibles aplicaciones del MMT dentro de la metodología de trabajo del SMC, y luego, se describen los distintos editores que controlan los elementos del módulo. Finalmente, aparece una ayuda de cómo usar algunas de las herramientas gráficas y de dibujo del plano.

6.1 Definiciones previas

En la sección anterior se definieron algunos términos como (contorno de costa, polígono, plano de trabajo, área de trabajo, alternativa, etc.), a los cuales vamos a añadir otras definiciones que permitirán facilitar la lectura de este capítulo.

- *Batimetría base ó de edición:* es una batimetría asociada a una alternativa, la cual se ha generado a partir de: (1) un archivo de batimetría XYZ, o (2) como copia de una batimetría regenerada. Solo se permite tener como máximo, una batimetría base en un plano de trabajo.
- *Batimetría regenerada:* es la batimetría que resulta después de modificar la batimetría base o de edición de una alternativa. Esta batimetría se localiza en el plano regenerado.
- *Modificador del plano:* es un elemento que define o modifica las coordenadas (x, y, z) de algunos puntos sobre el plano.



- *Polígono cerrado:* es un contorno que delimita un área cerrada, que incluye en su interior una serie de puntos con coordenadas (x, y, z) . El polígono cerrado se utiliza como un “modificador del plano”. Existen tres tipos de polígono cerrados: polígono rectangular, polígono irregular y polígono de playa.
- *Polígono rectangular:* es un polígono cerrado, cuyo contorno tiene forma de rectángulo.
- *Polígono irregular:* es un polígono cerrado, cuyo contorno puede tener cualquier forma.
- *Polígono de playa:* es un polígono cerrado, cuyo contorno puede tener cualquier forma y contiene en su interior puntos con la batimetría de una playa en equilibrio (la cual se define a partir de una forma en planta y perfil de equilibrio).
- *Polígono abierto:* es un modificador del plano, se define a partir de una serie de puntos con coordenadas (x, y, z) conectados por rectas. La poligonal se define a partir de una elevación z constante.
- *Línea de costa:* es un “contorno de costa”, que de forma similar al polígono abierto, sus puntos (x, y) se encuentran unidos por tramos rectos. La línea de costa no lleva asociada una elevación, es un elemento que define un contorno visualmente, sobre el plano.
- *Editores:* son una serie de ventanas, desde donde se controlan los elementos asociados a los planos (batimetrías XYZ, polígonos, imágenes y costas). Los editores permiten modificar y guardar los atributos de estos elementos.



6.2 ¿Qué es el MMT?

Este módulo permite generar y/o modificar batimetrías de una zona de estudio. Entre las modificaciones posibles, se incluye la generación de batimetrías basadas en consideraciones de equilibrio a largo plazo de una playa (perfil y planta).

El objetivo del módulo es permitir al usuario la generación de batimetrías asociadas a diversos escenarios de actuación (obras, rellenos, ...) para su posterior análisis con los programas del SMC.

6.3 Estructura del MMT

El módulo de “Modelado del terreno” podríamos decir que se compone de cuatro partes: la primera es un conjunto de elementos que permiten modificar el plano de trabajo (los cuales denominaremos modificadores del plano); la segunda parte la componen una serie de editores que permiten definir algunas propiedades de estos modificadores; en tercer lugar, tenemos el programa de regeneración del terreno el cual combina los modificadores del plano, permitiendo obtener una batimetría modificada; y finalmente, se tienen unas herramientas gráficas y de dibujo que facilitan el trabajo sobre el plano. El esquema de esta estructura se presenta en las tablas 6.1 y 6.2, las cuales pasaremos a describir a continuación.

Editores del plano de trabajo

Dentro de los editores que controlan los distintos elementos del módulo, el más importante de todos es el “Editor del plano de trabajo”. Su importancia radica en que controla y da acceso a los demás editores, de alguna forma podríamos decir que es el centro de control del plano.

Los otros cinco editores que controlan los elementos del plano son: (1) el editor de puntos, (2) el editor de polígonos, (3) el editor de playas en equilibrio, (4) el editor de costas y (5) el editor de imágenes. Estos editores permiten acceder y modificar atributos de sus correspondientes elementos.

(6.0) MÓDULO DE MODELADO DEL TERRENO (MMT)	Editores		Elementos del plano		Posibles aplicaciones (6.4)
	(6.5) Editor del plano de trabajo	Editor de puntos	Puntos (x_0, y_0, z_0) (únicamente sobre una batimetría base)		En general permite modificar la batimetría base: <ul style="list-style-type: none"> • Insertar puntos en una batimetría • Cambiar la profundidad a un rango de puntos • Copiar profundidades de unos puntos a otros • Borrar puntos de la batimetría.
(6.6) Editor de polígonos		Polígono abierto	Un contorno y puntos (x, y, z)		- Digitalizar batimetrías a partir de cartas náuticas, planos o mapas - Definir contornos batimetrías en cercanías de estructuras.
		Polígono cerrado	Rectangular		- Generar diques - Zonas de blanqueo - Definir zonas de arrecife - Dragados y rellenos - Incorporar una batimetría de detalle a una zona específica del plano (input) - Obtener una batimetría de una zona específica del plano (output)
			Irregular		
(6.8) Editor de playas en equilibrio		Un contorno y puntos (x, y, z)		Playa en equilibrio (Planta-perfil)	Obtener una batimetría de una playa con la forma en planta y perfil de equilibrio: <ul style="list-style-type: none"> • playas encajadas • diques exentos • playas protegidas por diques de abrigo en puertos...
(6.7) Editor de costas		Línea de costa Contorno y puntos (x, y) Input: archivos (DXF, BLN)			- Localización aproximada de contornos costeros (tierra-mar) - Referencia de la línea de costa para los modelos del SMC - Sirve como base para análisis de forma en planta de equilibrio
Editor de imágenes		Imágenes referenciadas Input: archivos (BMP, JPG, PNG) SMC: internamente archivos (PNG)			- Incluye imágenes referenciadas de cartas náuticas, mapas, planos, fotografías, que sirven de base de referencia a modelos del SMC durante el análisis y postproceso de resultados. - Sirve de base para análisis de forma en planta de equilibrio.
(6.9) Herramientas gráficas y de dibujo del plano de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Generadores de polígonos y costas - Perfiles transversales de la batimetría - Zoom - Regla - Capas plano - .. - .. - .. 			<ul style="list-style-type: none"> - Crear cualquier tipo de polígonos y líneas de costa - Moverse sobre el plano - Ampliar o reducir las escalas del plano de trabajo - Medir distancias sobre el plano - Quitar o añadir visualmente, elementos sobre el plano - Crear archivos de perfiles transversales a partir de una batimetría base..... 	

Tabla 6.1. Esquema de la estructura y aplicaciones del modelo de “Modelado del terreno” (MMT)

	Posibles elementos del plano de trabajo				Acciones al regenerar (plano regenerado)		
	Número	Elementos	Tipo puntos	Área de trabajo	Número	Archivos generados	Tipo puntos
PROGRAMA DE REGENERACIÓN DEL TERRENO (crea la batimetría regenerada de una alternativa, a partir de un plano de trabajo)	1	Batimetría base	x, y, z	Define un rectángulo donde se modificará la batimetría (puede ser todo o parte del dominio del plano de trabajo)	1	Alternativa.xyz (contiene la batimetría regenerada)	x, y, z
	n	Polígonos cerrados (incluye playas)	x, y, z				
	n	Polígonos abiertos	x, y, z				
	n	Puntos	x_0, y_0, z_0		1	Alternativa.cos	x, y
	n	Línea de costa	x, y		1	Alternativa.dxf	
	n	Imagen	-		0	-	-
Directorio de trabajo del proyecto	...\Proyecto\Alternativa_activa (Estamos localizados en el directorio de la alternativa_activa).				...\Proyecto\Alternativa_activa\Mopla (Archivos de batimetría y costa en directorio Mopla)		

Tabla 6.2. Esquema de la regeneración del terreno



Una descripción detallada de todos estos editores, se ha dejado para más adelante dentro de este mismo capítulo.

Elementos del plano de trabajo

Haciendo referencia a la tabla 6.1, podemos ver que hay tres elementos que podemos denominar modificadores del plano (ver en descripciones previas), como son: el polígono abierto, el polígono cerrado y los puntos. El polígono abierto se utiliza fundamentalmente para digitalizar batimetrías a partir de cartas náuticas, planos y mapas, así como también para definir de manera cuidadosa contornos en cercanías de estructuras.

Los polígonos cerrados pueden ser de tres tipos: rectangulares, irregulares y de playa en equilibrio (ver definiciones previas). Los polígonos rectangulares e irregulares se utilizan, por ejemplo, para generar estructuras como diques, definir zonas de arrecifes, realizar dragados y rellenos, incorporar batimetrías de detalle de una determinada zona, extraer de una batimetría del plano, la batimetría de una zona en particular, etc. Por otro lado, el polígono de una playa en equilibrio se utiliza para definir una batimetría que incluya simultáneamente, la planta con el perfil de equilibrio, esto permite definir la playa de equilibrio en playas encajadas, playas con diques exentos, playas protegidas por diques de abrigo de un puerto, etc.

La línea de costa es un elemento del plano que aunque no modifica los puntos (x, y, z) de la batimetría, sí permite cambiar visualmente el contorno de referencia entre el mar y las zonas de tierra. Dentro de sus aplicaciones está el servir de contorno de referencia dentro de algunos programas del SMC, y también como base para el análisis de la forma en planta de equilibrio.

Otro elemento del plano, son las imágenes referenciadas, las cuales permiten incluir cartas náuticas, mapas, planos y fotografías. Éstas facilitan y sirven de referencia para algunos de los modelos del SMC, como también de base para la representación de sus resultados. También al igual que las líneas de costa, sirven de referencia para el análisis de la forma en planta de equilibrio.



Programa de regeneración del terreno

Este programa combina los distintos elementos modificadores del plano de trabajo (polígonos cerrados, polígonos abiertos y puntos), con una batimetría base (dado el caso de que exista), generando un nuevo plano con la batimetría regenerada y un nuevo archivo de batimetría cuyo nombre es el de la alternativa (alternativa.xyz), tal como se muestra en la tabla 6.2.

Por otro lado, todas las líneas de costa disponibles en el plano, se combinan en un solo archivo denominado (alternativa.cos), excepto las costas asociadas al tipo dxf, las cuales se combinan en otro archivo denominado (alternativa.dxf).

Finalmente, todos estos archivos se guardan en un nuevo subdirectorío llamado Mopla, el cual se genera directamente dentro del directorío de la alternativa activa. En este subdirectorío es donde el programa de corto plazo, Mopla, accede cuando se ejecuta directamente desde la alternativa activa.

Algunas característica que se deben tener en cuenta en el momento de regenerar, son:

- No tiene sentido regenerar un plano de trabajo donde solo existen líneas de costa y/o imágenes.
- El programa de modificación del terreno solo incluirá los polígonos, puntos y líneas de costa que aparezcan en el editor del plano de trabajo. Incluyendo, por supuesto, una batimetría base en caso de que exista.
- Si regeneramos una batimetría base sin ningún tipo de modificador adicional, obtendremos la misma batimetría dentro del plano regenerado y el directorío Mopla, a menos que hayamos definido un área de trabajo menor que la del plano de trabajo.
- Cuando se copia una batimetría regenerada de una alternativa activa a otra nueva alternativa, la batimetría modificada se copia como batimetría_base en el nuevo plano, junto con sus costas.



6.4 Aplicaciones del MMT

El módulo de “Modelado del terreno” ha sido concebido con la idea de permitir al usuario un amplio número de aplicaciones, las cuales, irá descubriendo a medida que se familiarice con el SMC. A modo de ejemplo, en la figura 6.1 se presenta un esquema con algunas de las aplicaciones que según nuestro criterio son las más utilizadas.

Una primera aplicación y la más básica de todas, se refiere a aquellos casos donde no se cuenta con una batimetría digitalizada de una zona de estudio, pero no obstante, se cuenta con imágenes escaneadas de cartas náuticas o planos del lugar. A partir de estas imágenes el usuario puede crear un proyecto, donde por un lado, irá generando polígonos abiertos a partir de las isolíneas batimétricas del plano, y por otro lado, líneas de costa de los contornos mar-tierra. Una vez ha digitalizado la imagen, procederá a regenerar el plano de trabajo, obteniendo así, archivos de la batimetría y línea de costa de la zona. Archivos que podrá utilizar como entrada a otros modelos numéricos del SMC.

Dentro de las aplicaciones más útiles, se encuentra la generación de las batimetrías de situaciones pasadas, presentes y futuras de una misma zona de estudio, para luego, utilizarlas como entrada en algunos de los modelos numéricos del SMC, permitiendo al usuario analizar diferentes *escenarios* del mismo caso.

Tal como se muestra en la figura 6.1, el usuario puede crear un proyecto a partir del programa Baco o a partir de una batimetría XYZ. En el caso de eventos pasados, el usuario puede generar alternativas a partir de archivos de antiguas batimetrías o ir modificando la batimetría actual con la ayuda de planos o cartas antiguas. Después, al ir regenerando, irá obteniendo los diferentes *escenarios*.

Para analizar la situación actual (o futura), casi siempre las cartas náuticas no contienen los detalles requeridos en la zona de estudio, o en otros casos, no están lo suficientemente actualizadas y no recogen cambios recientes. Con lo cual, es necesario, antes de todo, incorporar al plano de trabajo un polígono con la batimetría de detalle actualizada. A partir de este momento es posible regenerar la batimetría actual para su análisis, como también generar nuevas situaciones o *escenarios* futuros incluyendo: diques, rellenos dragados, Una vez regeneradas estas nuevas batimetrías, se dispone de los escenarios donde se

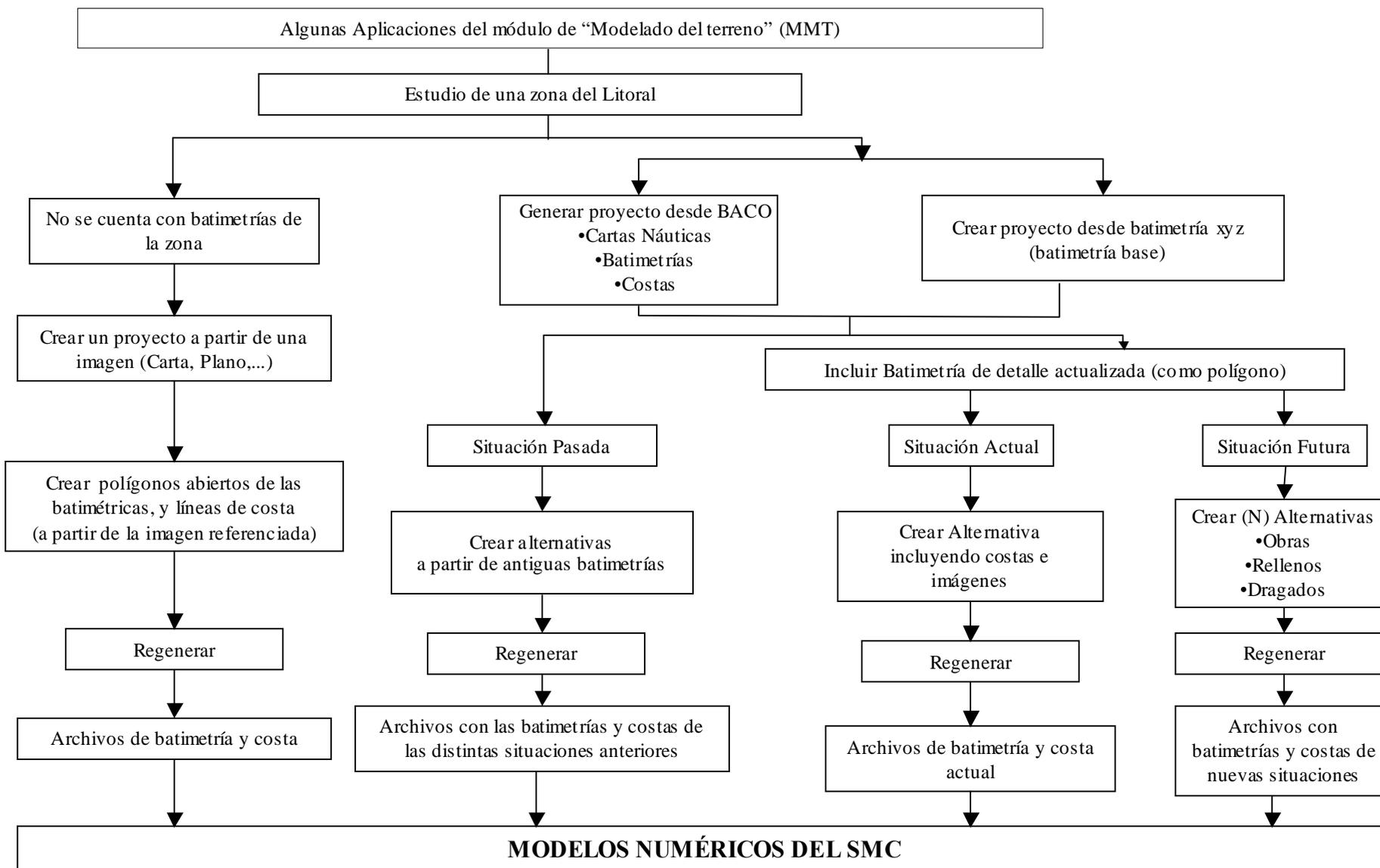


Figura 6.1. Aplicaciones del módulo de “Modelado del terreno” (MMT)



podrán aplicar los diferentes modelos numéricos del sistema y predecir su comportamiento.

6.5 Editor del plano de trabajo

El editor del plano de trabajo permite acceder, guardar y gestionar toda la información relacionada con un plano de trabajo. El acceso a este menú se puede realizar pulsando el segundo botón azul de la barra gráfica, tal como se muestra en la figura 6.2. Una vez activado este editor, si el plano contiene una batimetría base, aparecerán los puntos de la batimetría (en color azul los puntos que están en el agua y en color verde los puntos que están en tierra).

Este editor se compone de ocho secciones (ver numeración en la figura 6.2): (1) información general del plano, (2) edición de puntos, (3) área de trabajo, (4) características del gráfico de batimetría (5) edición de polígonos, (6) edición de costas, (7) edición de imágenes y (8) planos de la batimetría de edición y de la batimetría regenerada. Las cuales se procederá a explicar a continuación:

Información general y visual del plano:

En esta sección aparece el nombre de la alternativa activa, junto con una descripción que da el usuario.

Edición de puntos:

Esta opción permite realizar cambios, únicamente, en los puntos de la *batimetría base*, se activa pulsando el botón “Editar” y permite llevar a cabo las siguientes acciones sobre el plano activo:

- **Botón “Nuevo”:** crea un punto con coordenadas (x, y, z).
- **Botón “Copiar”:** inserta puntos (x, y, z) a una misma cota batimétrica que un punto seleccionado, (esta opción se agiliza mediante la combinación de la tecla y el ratón: [ctrl]+clic).
- **Botón “Borrar”:** borra un punto.

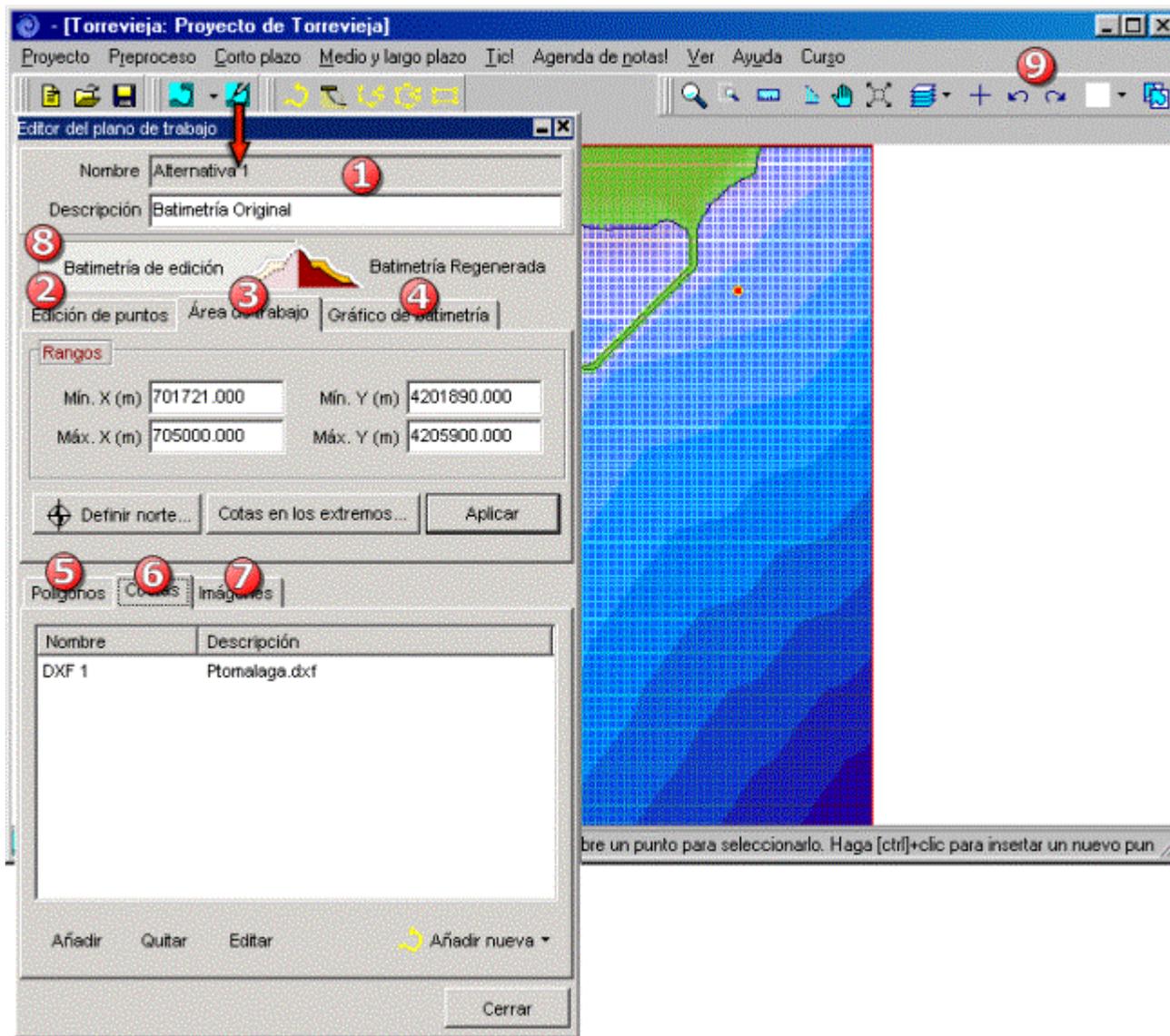


Figura 6.2. Editor del plano de trabajo



- **Botón “Cambiar”:** permite modificar la cota batimétrica de un punto.
- **Botón “Rango”:** modifica la elevación batimétrica de un rango de puntos.
- **Botón “Editar”:** activa el editor de puntos cuando se está realizando otra acción.

Los botones gráficos de rehacer y deshacer (número (9) en la figura 6.2) pueden ser utilizados, únicamente, en las modificaciones de los puntos.

Al final de esta sección, el usuario tiene la opción de definir un nivel batimétrico donde inicia el nivel del agua en zonas con marea (solo a efectos visuales para definir los puntos batimétricos azules y verdes).

Área de trabajo:

En esta página el usuario tiene la opción de dar un rango de coordenadas (x, y) que le permiten definir un cuadrilátero sobre el plano de trabajo. Por defecto, el programa fija el área de trabajo igual al contorno del plano.

En esta sección también es posible definir:

- La orientación del Norte.
- Incluir cotas batimétricas en las esquinas del área de trabajo, ésto es a efectos de regeneración del terreno, con el fin de obtener una batimetría bien definida en sus contornos (área de trabajo).
- **Botón “Aplicar”:** todos los cambios que se realizan en esta página *solo son válidos* cuando se pulsa este botón.

Gráfico de batimetría:

Esta página permite definir algunas características visuales de los gráficos de batimetría sobre el plano de trabajo. Dentro de las opciones que ofrece tenemos:

- **Precisión del gráfico:** se define a partir de unos incrementos en metros (m) en x e y. Incrementos más pequeños mejoran la precisión del gráfico, no obstante, implican mayores tiempos de espera y memoria para la visualización de éstos.



- **Botón “Batimetría del plano...”:** aquí es posible definir unas escalas de niveles y colores, para la batimetría del plano. Estas escalas se pueden guardar o en caso de que ya existan, es posible cargarlas dentro del plano. Este botón solo aparece activo cuando se está en el plano de trabajo.
- **Botón “Batimetría regenerada...”:** permite al igual que el botón anterior, definir la escala de colores y niveles de la batimetría regenerada. Solo está activo cuando se está en el plano de la batimetría regenerada.

Edición de polígonos:

En esta página aparece una lista con todos los polígonos incluidos en el plano de trabajo, donde se permiten las siguientes opciones: añadir polígonos ya generados, eliminar polígonos del plano, editar uno de los polígonos, y crear un nuevo polígono a partir de un archivo externo.

- **Botón “Añadir”:** permite traer de la lista de polígonos del proyecto, algunos polígonos generados anteriormente en esta misma alternativa u otras.
- **Botón “Quitar”:** elimina polígonos de la lista del plano. Es necesario aclarar, que esta acción no los elimina de la lista global de polígonos del proyecto.
- **Botón “Editar”:** permite acceder a los editores de los polígonos que se encuentran en la lista, estos editores se describen más adelante.
- **Botones ▲ ▼:** estos botones permiten modificar el orden de los perfiles en la lista del plano. El orden de los polígonos es importante a la hora de regenerar la batimetría, principalmente para aquellos polígonos que se superponen. El programa de regeneración va aplicando los polígonos en el orden de la lista (de arriba hacia abajo).
- **Botón “Añadir nuevo”:** esta opción nos permite incorporar un nuevo polígono que denominaremos “polígono de batimetría”, el cual está asociado, por un lado, a un archivo de batimetría del tipo batimetría XYZ, y por otro, a un contorno tipo BLN (abierto o cerrado), al cual le vincularemos unos puntos batimétricos.

El primer caso nos permite incorporar un archivo del tipo batimetría XYZ dentro del plano de trabajo, a partir de éste, el programa ajusta un polígono rectangular a la nube de puntos del archivo. Esta opción es de gran utilidad



cuando tenemos una batimetría de detalle de una zona, la cual queremos combinar con una batimetría que tenemos en el plano.

Todas las batimetrías que provienen del programa (Baco), se incorporan dentro del proyecto como “polígonos de batimetría”, apareciendo en la lista de polígonos. Es necesario recordar, que los puntos batimétricos de estos polígonos *no pueden* ser modificados por el editor de puntos, no obstante, sobre el plano de trabajo, este polígono puede ser desplazado, rotado o modificado en sus contornos.

La segunda opción de importar un archivo tipo BLN (x,y), nos permite incorporar un contorno costero (paseo marítimo, puerto, etc...), al cual podremos asignar unos puntos batimétricos con una elevación constante.

Edición de costas:

La página de edición de costas funciona exactamente igual que la página de edición de polígonos, aunque en este caso no importa el orden en la lista. Desde esta página se pueden importar nuevas líneas de costas del tipo DXF o BLN.

Edición de imágenes:

De nuevo, la estructura y manejo de esta página es similar a la descrita en las páginas anteriores.

Cuando se pulsa el botón “Añadir nueva”, aparece la ventana de *Seleccionar archivos de imagen* (figura 5.6 B), que fue descrita junto con el correspondiente procedimiento para importar una nueva imagen en la sección 5.4.

Regeneración del terreno:

Una vez se han generado todos los modificadores de la batimetría que aparecen en las listas de puntos, polígonos y costas, cuando se pulsa el botón “Batimetría regenerada”, el programa renueva la batimetría base si existe, o crea una nueva a partir de los modificadores. Posteriormente, el programa se ubica sobre el plano regenerado donde aparece la nueva batimetría en pantalla. Es posible volver al plano de edición pulsando el botón “Batimetría de edición.



Como ya se dijo anteriormente, la regeneración crea un nuevo directorio MOPLA donde ubica la batimetría y costas regeneradas.

6.6 Editor de polígonos

Este editor permite acceder, modificar y guardar atributos asociados a los polígonos cerrados (rectangular e irregular) y polígonos abiertos. Se puede acceder a él de dos formas: (1) creando un polígono desde los botones gráficos (ver figura 6.3), y (2) editar un polígono desde el editor del plano de trabajo.

En el editor de polígonos se pueden seleccionar las siguientes opciones:

- **Información general:** aquí se le da un nombre y una descripción al polígono, por defecto el programa propone un nombre secuencial “polígono#”.
- **Tipo de modificador:** los polígonos cerrados permiten definir los puntos internos de diferentes maneras: como diques con una elevación constante, donde se da una elevación (batimétrica), y unos incrementos espaciales que permiten definir una densidad de puntos dentro y a lo largo del polígono.

Otra opción dentro de los polígonos cerrados es un polígono que mantiene la batimetría original, opción que permite superponer éste, sobre otro polígono, con el fin de respetar los puntos de la batimetría base (útil cuando hay islas u otros elementos que se deben conservar).

En cuanto a los polígonos abiertos, solo es necesario dar una elevación y optar por puntos únicamente en los vértices o puntos equiespaciados. En esta última es necesario definir un incremento espacial en metros (m) a lo largo del polígono, para definir la cantidad de puntos. El polígono abierto es muy útil cuando se digitaliza la batimetría de una zona.

Otro tipo de polígono es aquel que rodea una zona de una batimetría base, permitiendo sumar o restar una altura a todos los puntos interiores. Esta opción es muy útil en casos de simulaciones de dragados, principalmente en zonas de rías.

El último modificador del cual ya hablamos anteriormente, es el polígono de batimetría, el cual asocia una batimetría XYZ a un polígono cerrado. Cuando se pulsa esta opción, aparece una ventana que permite leer un archivo de batimetría XYZ.

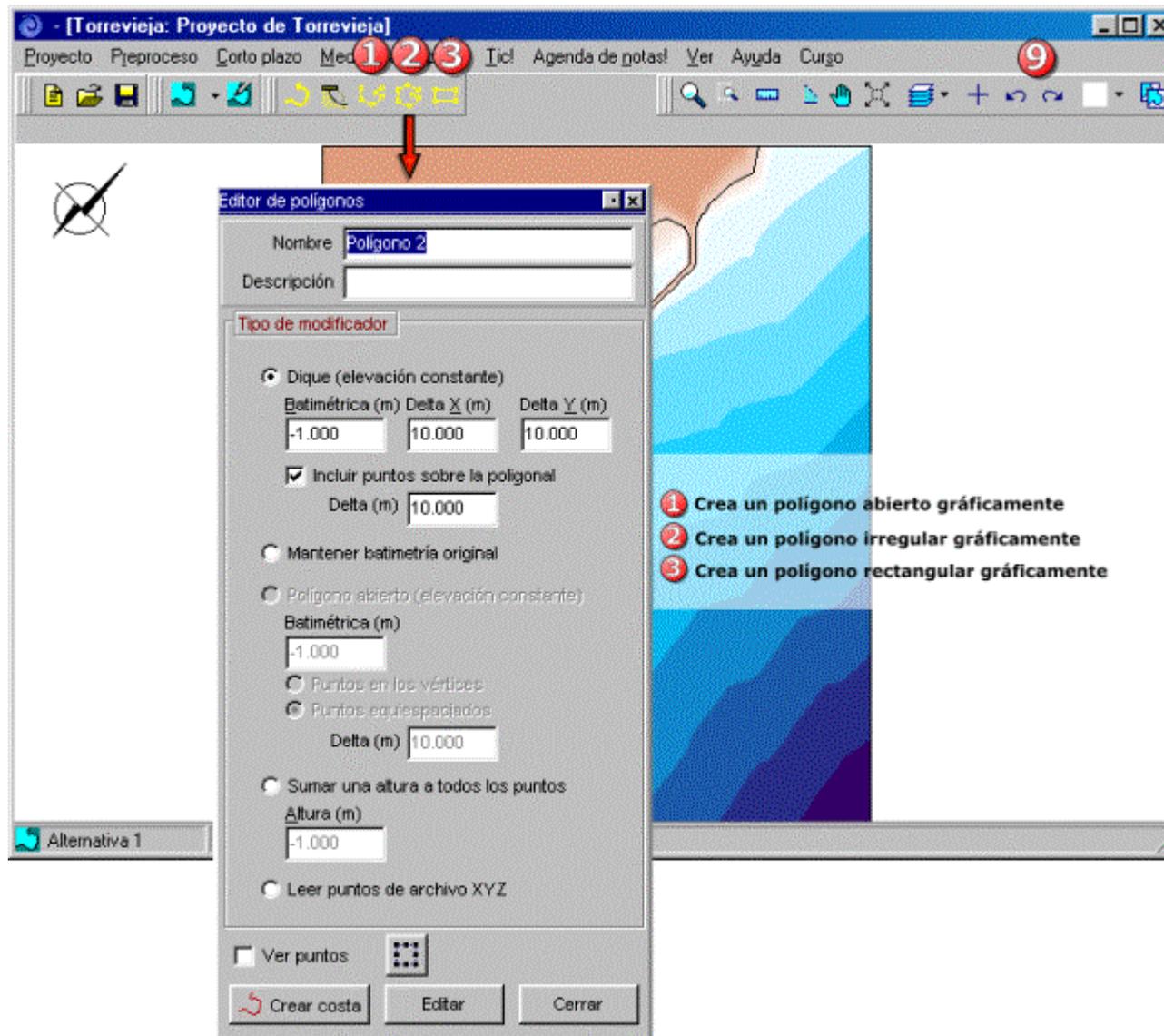


Figura 6.3. Editor de polígonos



- **Ver puntos:** cuando se selecciona esta opción, es posible visualizar sobre el plano de trabajo, los puntos que se van a generar dentro del polígono.
- **Botón “Mover\rotar polígono”:** este botón permite desplazar, girar y escalar, un polígono sobre el plano.
- **Botón “Crear costa”:** permite crear una línea de costa idéntica al contorno del polígono generado.
- **Botón “Editar”:** permite modificar la geometría del contorno del polígono sobre el plano.
- **Botón “Cerrar”:** guarda y cierra los elementos que configuran y definen el polígono.

6.7 Editor de costas

Este editor permite acceder, modificar y guardar los atributos de una línea de costa. Se puede acceder de manera similar al editor de polígonos: (1) empleando los botones gráficos y (2) editando una línea de costa ya existente desde el editor del plano de trabajo. En la figura 6.4 se presenta un ejemplo de este editor, el cual se compone de las siguientes partes:

- **Información general:** donde están el nombre de la línea de costa y una descripción de la misma.
- **Editor de líneas:** en esta sección se permite definir el color y anchura de la línea de costa, incluso si ésta es una polilínea cerrada.
- **Polilínea cerrada:** cuando se activa esta opción, el programa une el último punto con el primero de la costa, garantizando una polilínea cerrada.
- **Botón “Encadenar”:** este botón con el dibujo de dos eslabones, permite ligar o desligar la línea de costa a un polígono. Esta opción es muy útil en polígonos de batimetría que vienen del programa Baco, donde siempre tenemos una línea de costa ligada a la batimetría, lo cual en un momento dado, nos facilita moverlos al mismo tiempo sobre el plano.
- **Botón “Mover\rotar costa”:** este botón permite desplazar y escalar una línea de costa sobre el plano.

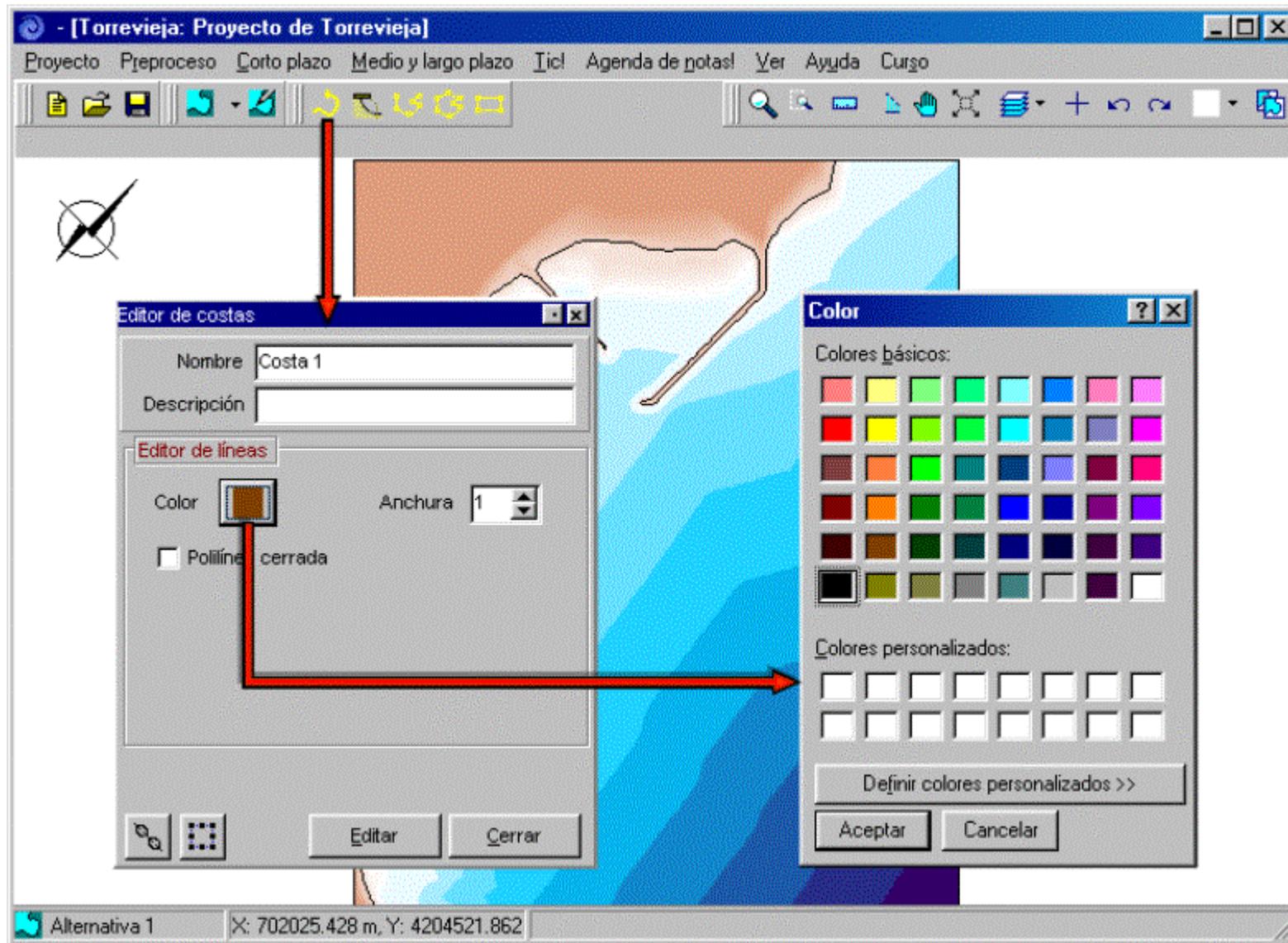


Figura 6.4. Editor de costas



- **Botón “Editar”**: el pulsar este botón permite llevar a cabo modificaciones geométricas de la línea de costa sobre el plano de trabajo.
- **Botón “Cerrar”**: este botón permite guardar los atributos de la línea de costa y cerrar el editor.

6.8 Editor de playas en equilibrio

Este editor permite acceder a un polígono cerrado, el cual contiene puntos (x, y, z) asociados a una playa en equilibrio estático. Antes de entrar en detalles de este editor, se darán algunas explicaciones y detalles con respecto a lo que es una playa de equilibrio en el MMT.

Concepto geométrico de playa en equilibrio

La playa en equilibrio es un volumen que se define a partir de una forma en planta de equilibrio y un perfil transversal de equilibrio.

La forma en planta se compone de una serie de curvas paralelas entre sí, cuya forma obedece a la forma en planta de equilibrio de una playa generada a partir de un mismo punto de control, tal como se muestra en la figura 6.5, (los fundamentos teóricos tanto de la planta de equilibrio como el perfil se pueden consultar en el “Documento de Referencia”, “Documento Temático de Regeneración de Playas” y “Tutor Informático”). La línea en planta de color azul se denomina línea de costa y tiene asociada una elevación (batimétrica). Por otro lado, ligado a esta línea de costa, comienza un perfil transversal de la playa, el cual es perpendicular en cada punto de esta línea, la elevación del inicio del perfil es la misma batimétrica de la línea de costa, con lo cual el perfil define las elevaciones de los puntos sobre las demás formas en planta sumergidas.

El perfil de playa se compone de cuatro secciones (ver la figura 6.6): (1) la zona de la berma o playa seca, la cual va desde la intersección de la playa con la batimetría hasta la línea de costa (los puntos en esta sección son de color negro); (2) el perfil de equilibrio, el cual va desde la línea de costa hasta la profundidad de cierre del perfil, h_* (con puntos en color verde); (3) el talud de intersección al pie del perfil, el cual es de pendiente constante y paralela al perfil,

se extiende desde h_* hasta su intersección con el terreno base (puntos de color azul); y (4) el terreno original, tanto en la zona de playa seca como a pie del perfil (los puntos de la batimetría en color rojo). Adicionalmente existe otro talud de pendiente perpendicular al perfil de playa, en la intersección del pie del perfil con el terreno base, tal como se muestra en la figura 6.5.

El MMT genera una playa en equilibrio con un volumen que se superpone a la batimetría base, el contorno de intersección de estos dos volúmenes proyectado en planta (línea naranja en la figura 6.5) es el polígono de la playa. Polígono que se puede editar y modificar a gusto del usuario, y que contiene los puntos que serán modificados sobre la batimetría base.

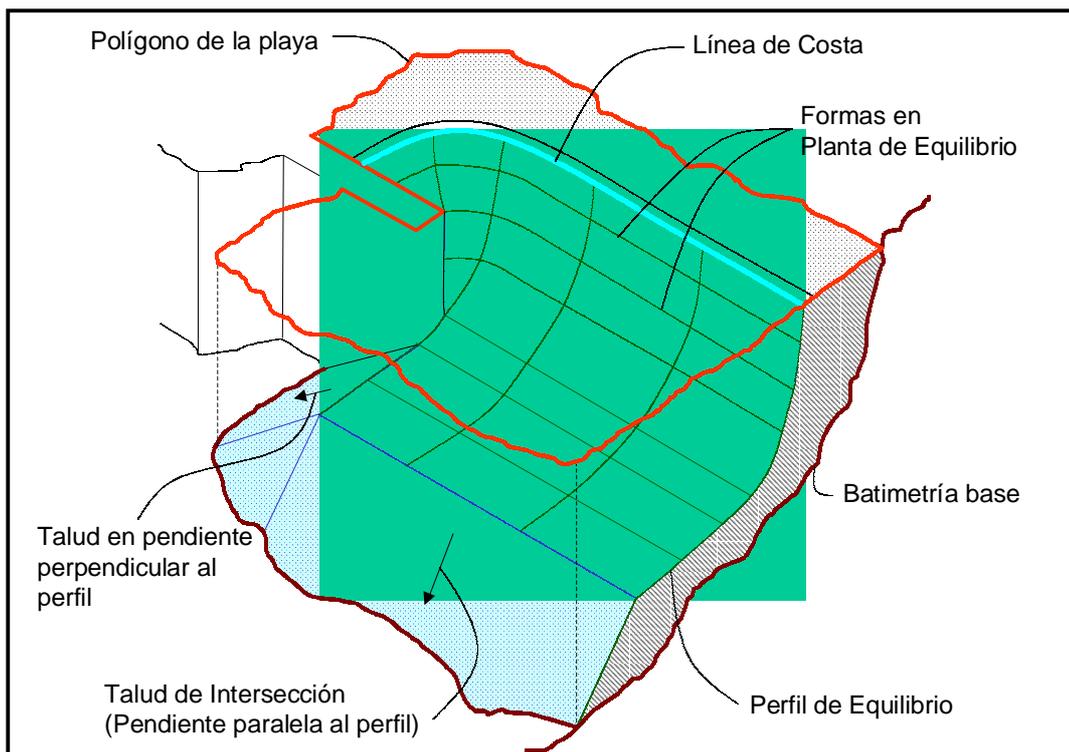


Figura 6.5. Esquema general del polígono asociado a una playa en equilibrio



Detalles del editor

Este editor permite acceder a un polígono cerrado, el cual contiene puntos (x, y, z) asociados a una playa en equilibrio estable. Se puede acceder a este editor de la siguiente forma: (1) creando un polígono de playa desde la barra de menú (Medio y Largo Plazo|Perfil/Planta de Equilibrio); (2) creando una playa desde los botones gráficos (ver figura 6.7); y (3) editando un polígono de una playa ya creada desde el editor del plano de trabajo. Cuando se crea una playa al igual que cualquier otro polígono o línea de costa, es necesario generarla gráficamente sobre el plano base, el manejo detallado de las herramientas gráficas se describe en la sección 6.9.

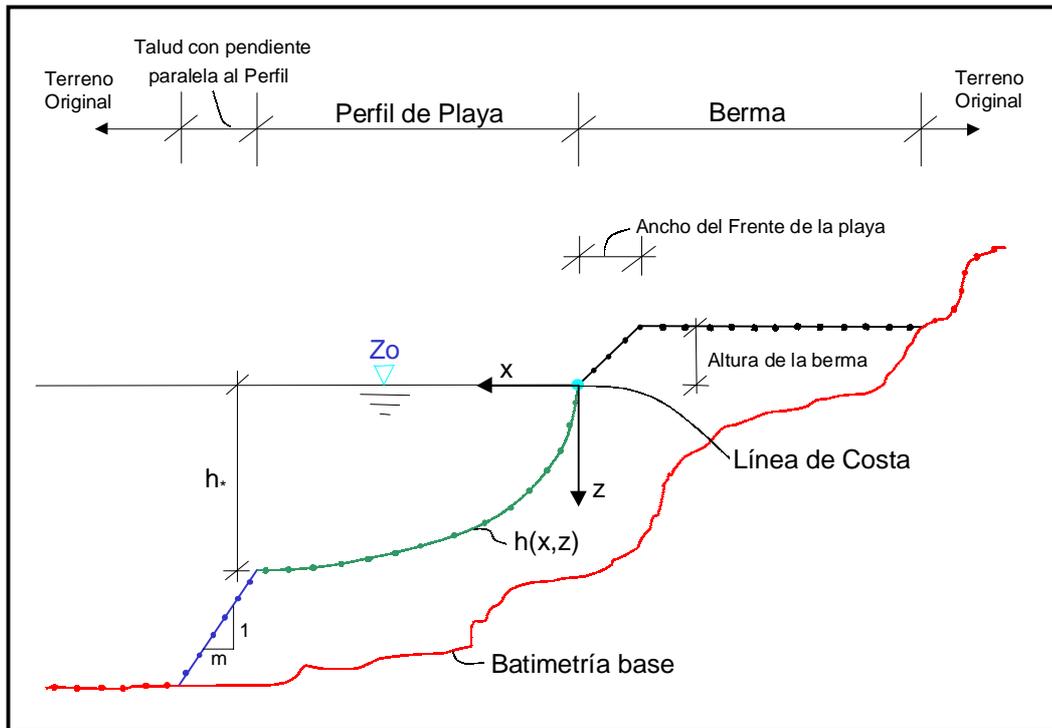


Figura 6.6. Esquema del perfil de playa

Las opciones que se pueden seleccionar dentro del editor de playas son:



- **Información general:** aquí se define el nombre y descripción del polígono de playa.
- **Página planta de equilibrio:** en esta sección se define la forma en planta de equilibrio de la playa siguiendo la metodología propuesta por González y Medina (2001). Algunas de estas opciones se pueden editar tecleando la información en el editor o gráficamente sobre el plano base, los parámetros editables son los siguientes:

- Punto de inicio: existen tres opciones para definir el punto costa abajo, donde debe comenzar la forma en planta de equilibrio de la línea de costa.

Inicio en alfamin: en esta opción el punto de inicio de la línea de costa, es aquel hasta donde llega el efecto de la difracción, generada por un punto de control costa arriba. Ver un resumen de cómo se define este punto de inicio, en el cuadro (AII.5) en el Anejo II del “Documento Temático de Regeneración de Playas”, y para más detalles consultar el *Volumen II. Procesos Litorales* del “Documento de Referencia,”.

Inicio libre: en este caso el usuario es libre de definir cualquier punto sobre el plano, donde éste desee que comience la forma en planta de equilibrio.

Punto de diseño: en esta opción el usuario define un punto intermedio que pertenece a la forma en planta de equilibrio, por donde ésta debe de pasar. En este caso, el modelo aplica un método iterativo para definir dónde está el punto de inicio de la playa. Una descripción detallada acerca del diseño de una playa en equilibrio, aplicando esta metodología, se presenta en uno de los artículos del *Apéndice II. Avances Técnicos* del Volumen V del “Documento de Referencia”.

- Forma en planta: se pueden seleccionar cuatro tipos de forma en planta de equilibrio, el modelo parabólico de Hsu y Evans (1989), la versión modificada de Tan y Chiew (1994) al modelo Hsu y Evans, la espiral logarítmica y una recta. Estas formulaciones se aplican a partir del punto de inicio, el cual fue definido en el apartado anterior.
- Punto de control: se pueden localizar las coordenadas (x_d , y_d) del punto de control, tecleando su posición o gráficamente situándolo sobre el plano de trabajo.
- Frente del oleaje: el frente se define a partir de su orientación y la longitud de la onda en cercanías del punto de control, para lo cual hay



que dar el ángulo θ ($^\circ$), la profundidad del agua h_d (metros) y el período T (segundos). Para el caso de punto de inicio libre, solamente es posible definir la orientación del frente.

- *Distancia de la línea de costa:* en el caso de inicio con alfamin, se define a partir de la distancia Y (metros) o el radio vector R_0 (cuando se da una de las dos la otra queda fija). α_{\min} , β e Y/L_d solo son de información sin ser posible editarlas.

Para el caso de inicio libre, solo es posible definir la distancia de la línea de costa editando R_0 y β . Los demás parámetros aparecen como no editables.

Finalmente, para el caso de inicio con un punto intermedio de diseño, no se permite editar ninguno de estos parámetros, solo se da información del (Y/L_d) que se ha obtenido después de iterar.

Los botones con dibujos de plantas permiten cambiar la orientación de la playa sobre el plano.

- *Punto de inicio:* aquí se permite definir el punto de inicio de la playa para la opción de “inicio libre”. El cual se define mediante la edición de sus coordenadas (x_0 , y_0) o gráficamente pulsando el botón “Situación punto gráficamente”, y dando clic sobre el plano de trabajo.

También permite definir el punto intermedio por donde pasa la playa en la opción “punto de diseño”. Donde se definen las coordenadas (x_c , y_c) de dicho punto o se define su radio vector (θ_c , R_c) desde el punto de difracción. Al igual que en el caso anterior, también se puede localizar gráficamente el punto dando al botón “Situación punto gráficamente”.

- *Batimétrica de la línea de costa:* aquí se define cuál es la elevación de la línea de costa en equilibrio (línea en planta de color azul sobre el plano de trabajo).

- **Página de perfil de equilibrio:** esta sección contiene los diferentes parámetros que permiten definir el perfil de playa transversal, siendo éstas:

- *Talud al pie del perfil:* aquí se definen las pendientes de intersección del perfil con el terreno base (la pendiente paralela al perfil y la perpendicular al mismo, como se muestra en la figura 6.5).



- Playa seca: ésta se conforma de la altura de la berma (metros) y la anchura del frente de la playa (metros), ver detalle en la figura 6.6.
- Tipo de perfil: esta sección permite seleccionar el tipo de perfil de equilibrio, en este caso tenemos dos tipos de perfiles, de un tramo y de dos tramos (ver figura 6.7):

Perfil de un tramo: este perfil hace referencia al perfil de Dean. Pulsando el botón “Modificar...”, se fijan los parámetros de este perfil (parámetro de forma, A, y la profundidad de cierre, h_* , en metros). El parámetro, A, se fija directamente sobre la ventana, o a partir de un tamaño medio de sedimento D_{50} (mm) y una constante de proporcionalidad, K, (definida por Dean como $K = 0.51$), la cual se deja como un parámetro libre dentro del modelo. Un resumen acerca de la aplicación y definición de los parámetros de este perfil, se recoge en el cuadro (AII.1) en el Anejo II del “Documento Temático de Regeneración de Playas”.

Perfil de dos tramos: una segunda opción de perfil de equilibrio es el perfil de dos tramos (zona de rotura y zona de asomeramiento), el cual también incluye el efecto de la reflexión y la carrera de marea. Este perfil se define a partir del parámetro adimensional de caída del grano $\Omega ((H_{sa}\omega)/T)$, donde, H_{sa} , es la altura de ola en la zona de asomeramiento, el período de ola, T, y ω la velocidad de caída del grano que es una función del D_{50}), la carrera de marea y la profundidad de inicio del perfil de asomeramiento, h_{sa} . La definición de parámetros y aplicación de este modelo se resumen en la tabla (AII.4.6) en el Anejo II del “Documento Temático de Regeneración de Playas”. Para más detalles consultar el artículo que se incluye en el *Apéndice de incorporación* de “Avances Técnicos del Documento de Referencia”.

- Cortes transversales: con el objeto de *visualizar* en un mismo gráfico el perfil de equilibrio o de relleno, junto con el perfil original del terreno, esta opción permite incluir o quitar perfiles transversales sobre la playa de equilibrio y calcular el volumen de relleno necesario para generar la playa de equilibrio diseñada.

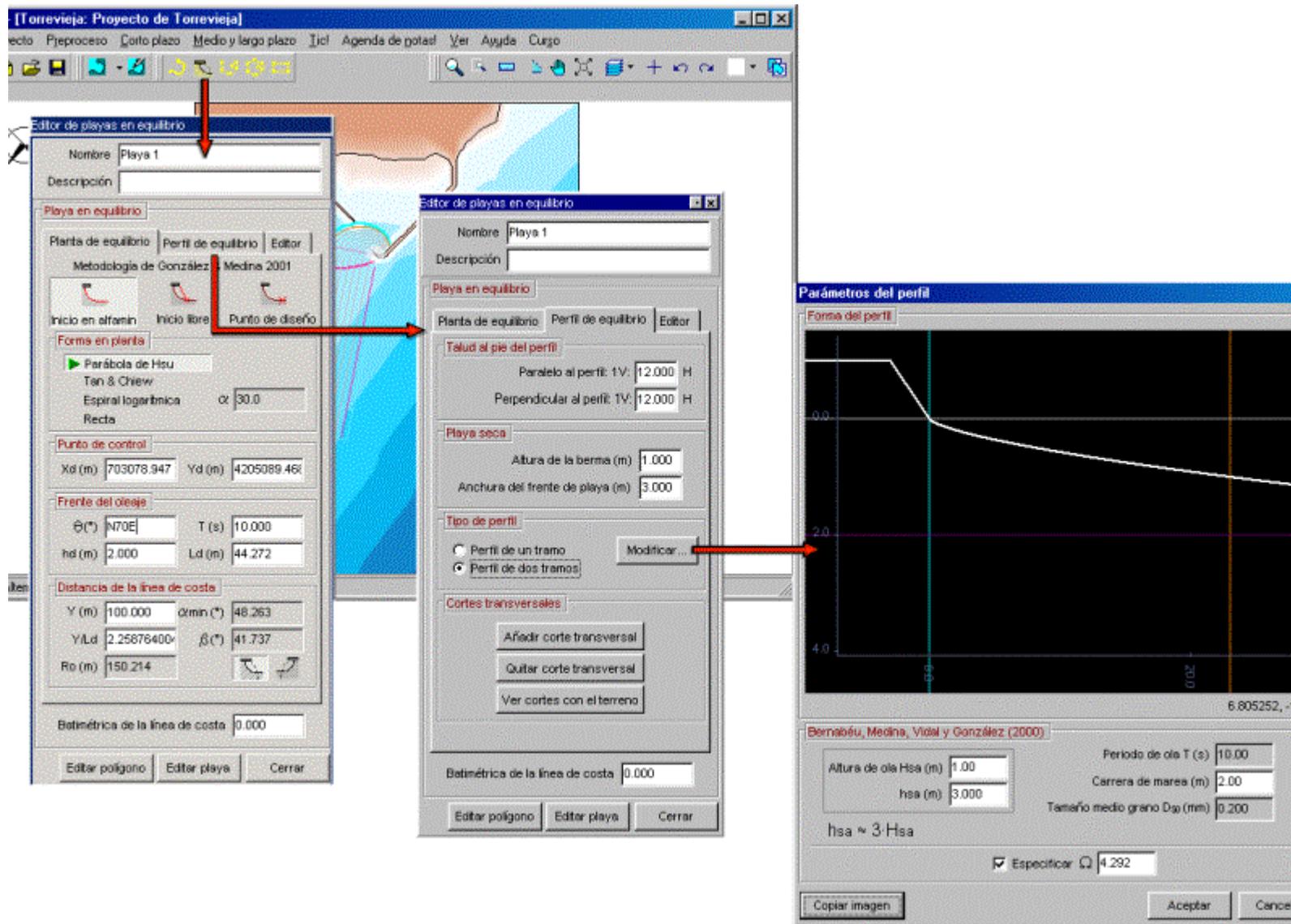


Figura 6.7. Editor de playa en equilibrio (planta/perfil)



Cada vez que pulsamos el botón “Añadir corte transversal”, van apareciendo sobre la forma en planta de la línea de costa, un botón con un número y un perfil en color ambar.

Para localizar el perfil y definir sus límites al inicio y al final, accionar con el ratón los botones de control, tal como se muestra en la figura 6.8.

En caso de que se desee eliminar uno de los perfiles, ubicarse sobre el botón de control de desplazamiento del perfil, seleccionarlo con el ratón y a continuación pulsar el botón “Quitar corte transversal”.

Para visualizar los perfiles de relleno junto con los perfiles del terreno, accionar el botón “Ver cortes con el terreno”. En esta nueva pantalla que aparece (ver figura 6.8), también es posible exportar uno a uno los perfiles (relleno y terreno) en archivos tipo ASCII y, generar un informe de resumen. En esta página se puede calcular el volumen de relleno de la playa en equilibrio, lo cual se consigue pulsando el botón “Calcular volumen”. No obstante, se recuerda que antes de calcular, el usuario debe *generar el polígono* asociado a la playa de equilibrio (página siguiente “editor”).

- **Editor playa:** esta página permite al usuario definir algunas características visuales de la playa en equilibrio, seleccionar la densidad de puntos dentro del polígono y, generar el polígono cerrado de la playa.
 - *Propiedades visuales:* en esta sección se definen el color y la anchura de la línea de costa, así como la opción de visualizar ciertos elementos sobre el plano (marco, línea de alfamín, líneas batimétricas, puntos de control, ...).
 - *Editor playa:* aquí el usuario define una densidad de puntos en planta y perfil, a los cuales se les asigna una batimétrica correspondiente a la playa de equilibrio.

El botón “Ver puntos” es únicamente una ayuda visual para el usuario, cuando se pulsa este botón, el programa muestra sobre el plano los puntos correspondientes a la playa de equilibrio en diferentes colores, tal como se describió anteriormente en la sección de perfil de equilibrio.

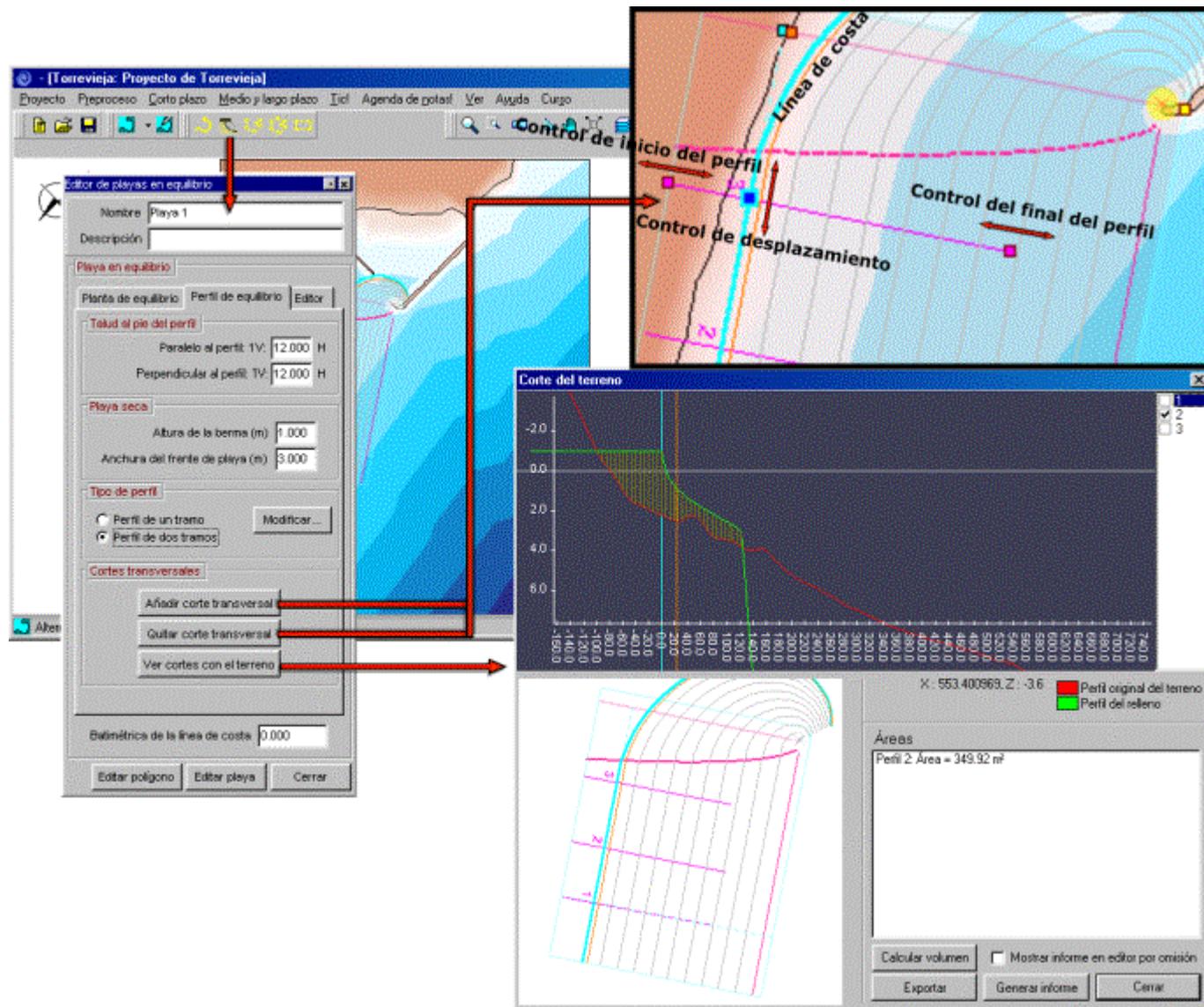


Figura 6.8. Cortes transversales relleno/terreno



- ***Generar polígono:*** una vez pulsado este botón, el programa propone un polígono de intersección (en color naranja), no obstante, éste es un polígono tentativo, el usuario en algunos casos debe ajustarlo o corregirlo visualmente a sus contornos. Cabe resaltar que este polígono delimita la zona a ser regenerada con la playa en equilibrio. **El MMT incluye la playa de equilibrio únicamente si se ha generado su polígono.**
- **Botón “Editar polígono”:** este botón permite editar y modificar gráficamente el polígono de la playa sobre el plano de trabajo.
- **Botón “Editar playa”:** este botón solo permite editar las herramientas gráficas que definen la forma en planta y perfil de la playa en equilibrio.
- **Botón “Cerrar”:** pulsando este botón el programa guarda y cierra todos los elementos asociados al correspondiente polígono de playa.

6.9 Manejo de las herramientas gráficas del plano

6.9.1 Modificadores del plano (líneas de costa, polígonos y playas)

El objetivo de esta sección es enseñar a manejar las distintas herramientas gráficas asociadas a la generación de líneas de costa, polígonos y playas, como también a la modificación de elementos ya existentes. En la figura 6.9 aparecen numerados (del 1 al 5) los botones que activan estas herramientas gráficas, numeración que servirá de guía a continuación:

- **Crear una línea de costa**

Una vez se ha activado el botón (1) de línea de costa, ubicarse sobre el plano, y cada vez que se pulse el botón izquierdo del ratón, se generará un vértice de la poli-línea de costa. Cuando se llegue al último vértice, pulsar dos veces seguidas y de forma rápida el mismo botón. En este instante la línea de costa aparecerá con cuadrados en sus vértices y en estado de edición, pudiéndose modificar gráficamente o cambiar sus atributos en el editor de costa. Los vértices se pueden modificar gráficamente con la ayuda del botón izquierdo del ratón, las acciones permitidas son las siguientes: desplazarlos de sitio, eliminar un vértice pulsando dos veces sobre éste y finalmente, crear un nuevo vértice pulsando



sobre un segmento cualquiera de la línea de costa. La única forma de desactivar este modo de edición es pulsando el botón “Cerrar”, el cual una vez cerrado, solo es posible editar nuevamente utilizando el editor del plano de trabajo o seleccionándolo sobre el plano, mediante la combinación de la tecla [shift]+clic del ratón.

- **Crear un polígono abierto**

Se activa pulsando el botón (3) con el dibujo de una poli-línea abierta, el polígono abierto se genera de la misma forma que una línea de costa, la única diferencia es el editor que los controla.

- **Crear un polígono cerrado irregular**

Pulsar el botón (4) con el dibujo del polígono cerrado. La forma de crear el polígono gráficamente es la misma que se ha descrito en la línea de costa, la diferencia está en la forma de finalizar el polígono. Cuando se llega al último vértice, se pulsa dos veces el botón izquierdo del ratón y automáticamente el programa une con una recta al primero y último vértice del polígono. De nuevo, se desactiva el modo de edición cerrando el editor del polígono, siendo luego editable a partir del editor del plano o seleccionando el polígono con [shift]+clic.

- **Crear un polígono cerrado rectangular**

El proceso gráfico de generar esta clase de polígonos es diferente a los anteriores, una vez se ha pulsado el botón (5) con el dibujo de un polígono rectangular, ubicarse sobre el plano, pulsar el botón izquierdo del ratón con el fin de localizar uno de los vértices del cuadrado, y manteniéndolo siempre presionado, ir desplazando el ratón hasta encontrar el nuevo vértice, momento en el cual se suelta el botón. En este instante aparece un lado del cuadrado y simplemente con ir moviendo el ratón hacia uno de los costados, se va generando el rectángulo hasta la posición deseada, en este momento, pulsar de nuevo el botón izquierdo del ratón, quedando así definido el polígono. El manejo del editor es exactamente el mismo que el de un polígono cerrado.

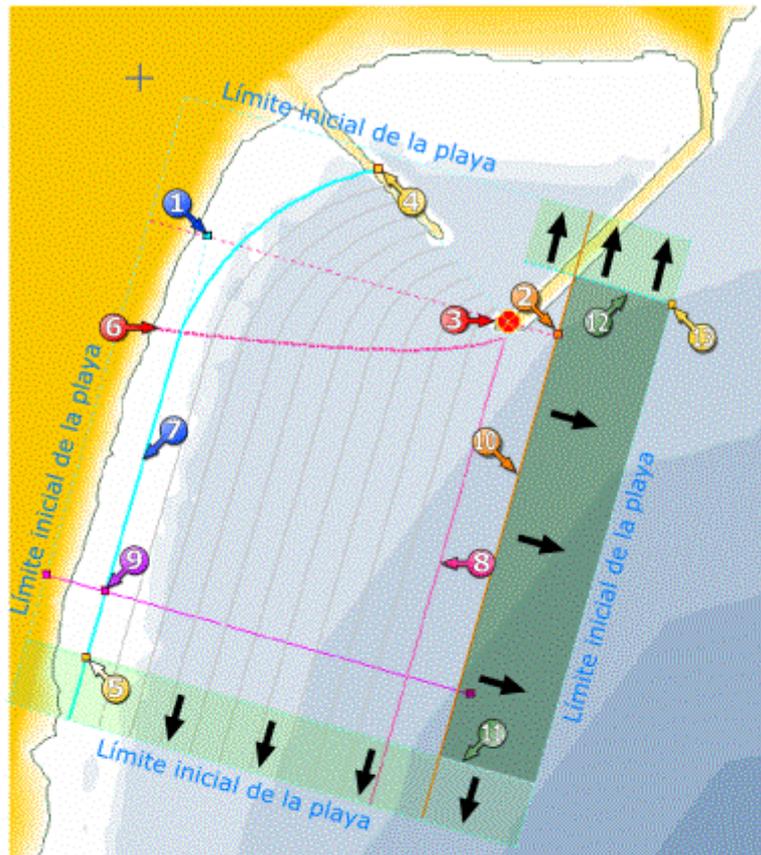
- **Crear un polígono de playa en equilibrio**

El procedimiento para generar una playa en equilibrio es un poco más elaborado debido a los elementos que lo componen. En esta sección siempre que



se hable del “botón”, nos referiremos al botón izquierdo del ratón. El proceso para crear una playa se resume en:

- Pulsar el “botón” (2) con el dibujo de un perfil de playa.
- Mover el ratón sobre el plano con el fin de localizar el punto de control de la playa, luego sobre éste, pulsar una vez el “botón”.
- Desplazando el ratón se busca la orientación del frente del oleaje. Una vez definido, pulsar una vez con el “botón”, quedando fijo el frente por la línea azul sobre el plano.
- La posición de la playa a un lado u otro del frente, se define moviendo el ratón al lado de interés, y presionando una vez el “botón”.
- En este momento aparece sobre el plano, tal como se muestra en la figura 6.10, un rectángulo en líneas azules, denominado límite inicial de la playa (rectángulo con un fondo rojo), y en el interior de éste: la línea de costa (línea en color azul), otras líneas de forma en planta (en color gris), la línea límite de α_{\min} (en color morado), la localización de un perfil transversal (en color violeta) y el límite de profundidad de cierre (en color marrón). Estos elementos son controlados por una serie de botones de colores, que a continuación se describirán (los números son referidos a la figura 6.10):
 - Botón (1) en color azul: permite definir la distancia Y entre el punto de control y la línea de costa al final de la playa (costa abajo).
 - Botón (2) en color marrón: define el límite de la profundidad de cierre del perfil, h_* .
 - Botón (3) en color rojo: define la posición del punto de control.
 - Botones (4 y 5) en color amarillo: definen los límites de la forma en planta de equilibrio, tanto costa arriba, como costa abajo respectivamente.
 - Botones (9) en color violeta: definen la posición de un perfil de playa transversal, el cual se desea visualizar junto con el perfil de la batimetría base.



- ① Control de la distancia Y a la playa
- ② Control de la profundidad de cierre h^*
- ③ Punto de control
- ④ Control del límite de inicio de la playa
- ⑤ Control del límite final de la playa
- ⑥ Línea de α_{min}
- ⑦ Línea de costa
- ⑧ Frente del oleaje en el punto de control
- ⑨ Localización del perfil transversal a ser visualizado
- ⑩ Inicio pendiente paralela al perfil
- ⑪ Inicio pendiente perpendicular al perfil (costa abajo)
- ⑫ Inicio pendiente perpendicular al perfil (costa arriba)
- ⑬ Control del inicio de la pendiente perpendicular al perfil (costa arriba)

Figura 6.10. Crear un polígono de playa en equilibrio



- Botón (13) en color amarillo: define el límite donde se inicia la pendiente perpendicular al perfil, en las cercanías del punto de control.
- Las líneas azules que delimitan inicialmente con un rectángulo la playa en equilibrio, pueden ser desplazadas seleccionándolas con el “botón” del ratón y moviéndolas a la posición que se desee. Éstas son solamente una guía inicial, porque únicamente los puntos que posteriormente estén dentro del polígono de playa son los que modificarán la batimetría base.
- Las modificaciones llevadas a cabo con estos botones sobre el plano, generan automáticamente cambios sobre el editor de la playa en equilibrio, de igual manera, las modificaciones realizadas en el editor se manifiestan gráficamente sobre el plano. Una vez se ha generado un polígono de la playa (botón en el editor de la playa), el botón “Cerrar” guarda los atributos del polígono, siendo posteriormente editable desde el editor de batimetría.
- Las zonas en color verde muestran dónde se inician las pendientes de intersección del perfil con el terreno, la zona en color verde oscuro después del límite de la profundidad de cierre (10), representa la pendiente de intersección paralela al perfil, y el área en color verde claro, la pendiente de intersección perpendicular al perfil (límites 11 y 12). Estos límites deben ser tenidos en cuenta cuando se defina la playa en equilibrio.
- Si se desea editar los elementos gráficos de una planta de equilibrio ya existente, es necesario primero seleccionar desde el editor de batimetría el correspondiente polígono de la playa, posteriormente aparecerá el editor de playas en equilibrio que permitirá acceder a ésta. Otra alternativa es seleccionar el punto de control sobre el plano, mediante la combinación [shift]+clic del ratón.

6.9.2 Herramientas de dibujo asociadas al plano

El plano de trabajo tiene asociados una serie de elementos de dibujo que facilitan la labor de modificación de la batimetría base, estos elementos son activados a partir de una serie de botones gráficos los cuales se muestran en la



figura 6.9 (botones del 6 al 17). A continuación, se da una descripción de su manejo:

- **Zoom**

Una vez que se pulsa el botón (6) con la lupa, esta herramienta permite generar acercamientos y alejamientos del plano de trabajo. Ubicando el ratón sobre un área específica del plano, luego pulsando el botón izquierdo, si desplazamos hacia arriba conseguimos un acercamiento, o por lo contrario, si desplazamos hacia abajo conseguimos un alejamiento.

Otra forma de conseguir un zoom es mediante un rectángulo que generemos con el botón (7). Una vez que se pulsa este botón, ubicarse sobre el plano y pulsando el botón izquierdo del ratón sin soltarlo, crear un rectángulo de la zona que se desea acercar.

- **Regla**

La regla permite medir distancias en metros y ángulos (respecto al norte) sobre el plano de trabajo. Primero se debe pulsar el botón (8) con la regla, y localizar el ratón sobre un punto inicial de interés, luego pulsar el botón izquierdo del ratón sin soltarlo hasta encontrar el punto final. Una vez que se suelta el botón, aparece en la barra de estado la distancia y orientación de la línea que aparece en el plano. Esta línea permanece sobre el plano hasta que sea desactivada, lo cual se consigue pulsando de nuevo el botón con la regla.

- **Perfiles de la batimetría base**

Esta herramienta permite hacer perfiles de una batimetría base sobre el plano y almacenarlo en un archivo tipo ASCII. Pulsando el botón (9), localizarse sobre un punto del plano, luego pulsando el botón izquierdo del ratón y manteniéndolo pulsado, desplazarlo para generar un perfil, el punto final se define cuando se suelta el botón. Una vez se ha definido el perfil, el programa da la opción al usuario de definir el número de puntos que desee, a continuación muestra en pantalla el perfil. Existe, también, la opción de exportar este perfil en un archivo tipo ASCII. Cabe resaltar que el punto donde se comienza a definir el perfil es ($x = 0$).



- **Desplazamiento**

Esta opción permite desplazar el plano en la pantalla, una vez activado el botón (10) con una mano, el plano se mueve accionando el ratón de la misma manera como la regla.

- **Ajustes de ventana al área de trabajo**

Pulsar el botón (11) cuando se desee que el área de trabajo ocupe la totalidad del área disponible en pantalla (posición inicial). Por supuesto, se perderán los Zoom y desplazamientos previamente realizados.

- **Lista de capas visibles**

Con el fin de facilitar al usuario las labores gráficas sobre un plano de trabajo, éste tiene asociadas una serie de capas que pueden ser mostradas u ocultadas de forma opcional. Estas capas son: el gráfico de isolíneas de la batimetría base, imágenes, líneas de costa, playas en equilibrio, polígonos y puntos de la batimetría base (ver la figura 6.9). A modo de ejemplo se puede hacer referencia al caso cuando se crea una playa, donde es recomendable ocultar los puntos de la batimetría base para facilitar las labores gráficas.

- **Desactivar herramientas**

El botón (13) con una cruz, permite desactivar la herramienta de dibujo previamente seleccionada.

- **Deshacer y rehacer cambios**

Como ya se dijo anteriormente, los botones (14 y 15) permiten recuperar o anular acciones realizadas por el editor de puntos sobre la batimetría base.

- **Cambio del color del fondo**

El SMC por defecto define en color blanco el fondo donde se ubica el plano de trabajo, pero éste puede ser modificado por el usuario accediendo a esta opción (ver la lista de colores en la figura 6.9).



- **Copiar la imagen del plano de trabajo**

Cuando se pulsa el botón (17), se copia en el portapapeles de Windows la imagen en ese momento del plano de trabajo, incluyendo los modificadores del plano. Lo que permite más adelante copiarla en cualquier editor del sistema.

6.9.3 Como mover\rotar\escalar polígonos, costas e imágenes

Para mover, rotar o escalar un polígono, costa o imágenes, los cuales denominaremos elementos, pulsar el botón (1) de la figura 6.11, en el editor del correspondiente elemento. En este caso, a modo de ejemplo, mostramos el caso de un polígono, dado que el procedimiento es el mismo para costas e imágenes. La numeración que a continuación se emplea, corresponde a los números de la figura 6.11.

- **Mover**

Una vez que aparece activo el elemento, somos capaces de visualizar rodeando a éste, ocho botones amarillos formando un rectángulo. Pulsando el botón izquierdo del ratón sobre un punto cualquiera (2) dentro del rectángulo, y manteniendo éste presionado, desplazar el ratón hasta el punto donde se desea localizar el elemento. Esta acción se efectúa realmente cuando el usuario pulsa la tecla “return” o “enter”. En caso contrario, si no se lleva a cabo esta acción, en el momento en que se cierre el correspondiente editor, el elemento vuelve a su posición original.

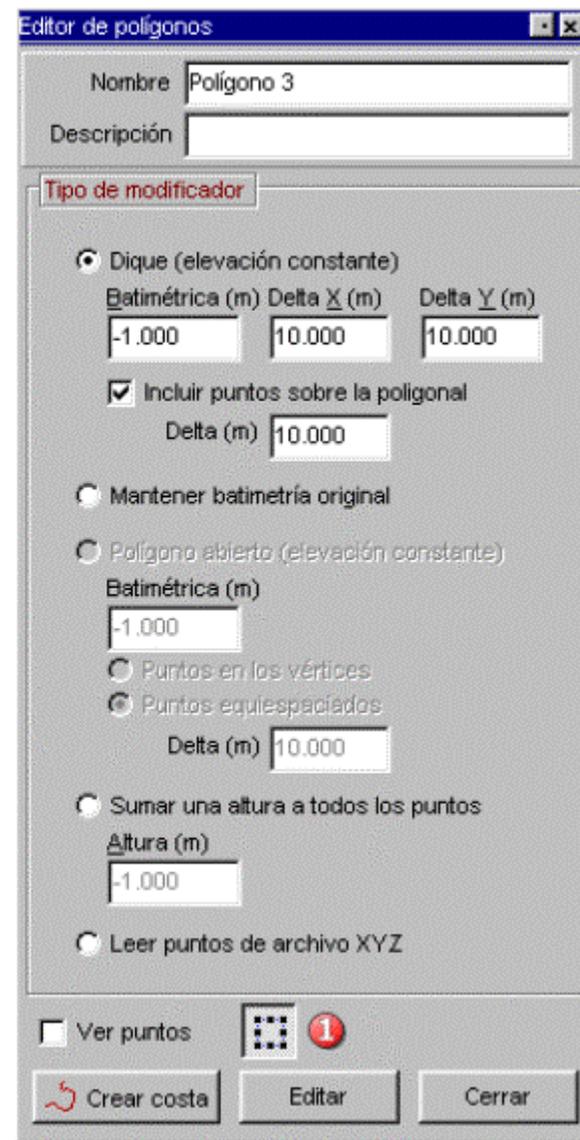
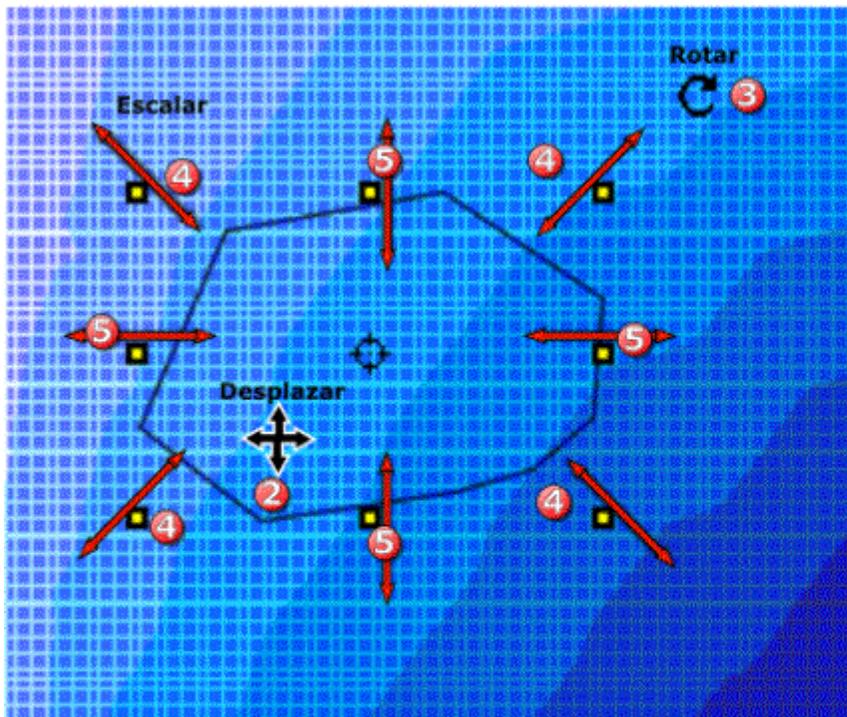


Figura 6.11. Mover\rotar\escalar\ polígonos, costas e imágenes



- **Rotar**

El elemento se puede rotar alrededor de su punto central, accionando el botón de giro (3), o con el ratón accionando la tecla [ctrl]+giro con el botón izquierdo del ratón (esta última es muy útil cuando se está dentro de un zoom]. De nuevo al igual que en el caso anterior, es necesario pulsar “enter” o “return” para guardar el cambio.

- **Escalar**

Finalmente, el usuario puede modificar la escala del elemento sobre el plano. Por un lado, estirando el rectángulo desde sus esquinas (4), se modifica la escala sin deformar el elemento. Por otro lado, deformando el elemento al estirar desde sus lados (5). De nuevo la acción se materializa pulsando la tecla “return” o “enter”.

6.9.4 “Controles abreviados” en acciones gráficas

Existen ciertas teclas que combinadas con el botón izquierdo del ratón, permiten simplificar acciones gráficas sobre el plano de trabajo. Dentro de los cuales tenemos:

- [shift] + ratón: esta acción nos permite seleccionar sobre el plano de trabajo polígonos, costas e imágenes.
- [ctrl]+ ratón: esta acción nos permite, copiar puntos de forma rápida, cuando nos encontramos en el editor de puntos. Por otro lado, también nos permite rotar un polígono, costa o imagen cuando estamos editando uno de estos elementos (tal como se muestra en la figura 6.11).
- [ctrl] + D: el combinar estas dos teclas nos permite hacer desaparecer o aparecer en pantalla, los editores que se encuentren en ese momento abiertos sobre el plano de trabajo.

CAPÍTULO 7

APLICACIÓN DEL SMC (TUTOR DE CASOS DE EJEMPLO)



7. APLICACIÓN DEL SMC (TUTOR DE CASOS DE EJEMPLO)

7.1 Tutor del caso 1

7.1.1 Objetivo

El objetivo de esta práctica es conocer y aprender a manejar los diferentes elementos de la interfaz gráfica SMC. Nos centraremos, fundamentalmente, en las herramientas de regeneración de la costa a largo plazo. Las cuales se resumen como:

- Lectura de archivos de entrada (batimetría y costa).
- Generación del proyecto.
- Uso del editor de planos.
- Uso del editor de batimetría.
- Uso del editor de playas en equilibrio.
- Uso del editor de polígonos.
- Uso de las herramientas gráficas del plano.
- Regeneración de la batimetría.
- Generación de archivos de entrada para los modelos de propagación (Mopla-MC y Mopla-SP).

7.1.2 Caso de estudio

En una playa aconchada, saturada de arena y apoyada sobre un dique en uno de sus costados (ver figura 7.1), se desea avanzar la línea de costa en su parte recta en 40 m, con un avance máximo de 80 m de la línea de costa a lo largo del dique actual. Se desea definir: (1) cuánto se va a prolongar el dique actual; (2) la longitud del espigón de confinamiento al costado Este de la playa; y (3) la playa final en equilibrio (en planta y perfil).

Características del oleaje en la zona

$H_{S12} = 4 \text{ m}$ ($h_* \cong 1.5 H_{S12} \sim 6 \text{ m}$)
 $T_{HS12} = 12 \text{ seg.}$
 Dirección flujo medio energía cerca del dique: Norte
 Marea = 0.0 m

Arena del relleno

$D_{50} = 0.71 \text{ mm}$ ($A_{DEAN} = 0.18$)

Profundidad del dique actual:

$h_d = 8 \text{ m}$

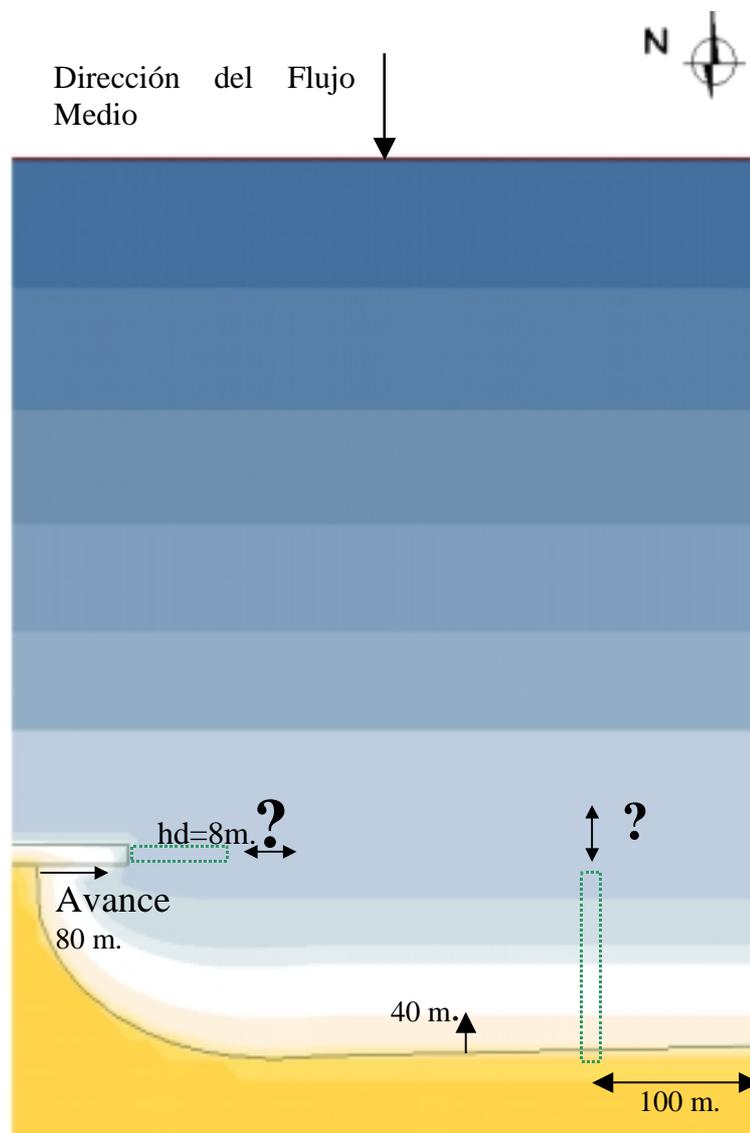


Figura 7.1 Esquema general del caso de práctica 1

7.1.3. Procedimiento

De acuerdo con los objetivos de este caso, vamos a seguir el siguiente orden: (1) crear un proyecto, (2) crear el polígono de la playa en equilibrio, (3) prolongar el dique actual mediante un polígono rectangular, (4) generar el polígono de confinamiento utilizando un polígono irregular, (5) modificar líneas de costa, y finalmente (6) regenerar el terreno y copiarlo en una nueva alternativa.

Con el fin de facilitar el desarrollo de este tutor, se ha dejado en la sección 6.9 la descripción detallada del manejo de los diferentes modificadores gráficos del plano base (polígonos, costas y playas). En la figura 7.2 se muestra la localización de los distintos botones que se van a utilizar durante este ejemplo.

1. Crear un proyecto

Tal como se dijo en capítulos anteriores, un proyecto de una zona de estudio se puede definir a partir de una batimetría XYZ que incluye sus áreas marítimas y costeras. En este caso el proyecto se genera a partir de la lectura del archivo de batimetría [nombre.xyz]. Posteriormente, se incluirá un archivo con la línea de costa [nombre.blm]. En la figura 7.3 (a y b), aparecen las ventanas que se irán viendo durante este procedimiento, y los números indicando la secuencia que se debe de ir siguiendo. Los pasos para generar un proyecto son los siguientes:

- Abrir el programa SMC y pulsar el botón “Inicio”;
- Maximizar la ventana del SMC, pulsando uno de los botones de la esquina superior derecha.
- Un proyecto se puede crear de dos maneras: pulsando directamente el primer botón a la izquierda (botón con el dibujo de una página) o abriendo en la barra de menú “Proyecto” y pulsando “Nuevo Proyecto”;
- Una vez que aparece el diálogo de “Crear proyecto nuevo” (ver la figura 7.3), en el árbol de la izquierda se define donde va a colgar el directorio del proyecto. Por defecto, será en:
c:\archivos de programa\SMC\;
- Luego teclear el nombre del directorio del proyecto:
Nombre: practica;
- Dar una descripción: Playa Encajada.
- A continuación pulsar el botón “Crear vacío” (1).



- En ese momento aparece el editor del control de alternativas. Pulsar el botón (2) de “Alternativa nueva” y seleccionar la opción “Desde batimetría XYZ...”. A partir de este instante, si el usuario desea mayores detalles acerca del procedimiento, podrá consultar la sección 5.4 en el apartado “Cómo crear una alternativa desde un archivo de batimetría XYZ”.
- Para seleccionar el archivo de la batimetría, pulsar los botones (2b), (3) y (4) en sus respectivas ventanas. Donde, a continuación, es posible buscar en el árbol la siguiente ruta y directorio:

c:\...\SMC\Encajada_datos\encajada.xyz

Seleccionar el archivo y pulsar el botón “Abrir”, a continuación, se cerrará este menú y aparecerá en el espacio de batimetría, frente al botón (4), el nombre del archivo.

- Dado que los puntos de este archivo están en batimétricas, se deja éste por defecto para las coordenadas verticales y no realizamos ninguna corrección del nivel cero. Pulsar a continuación el botón (5) “Añadir”.
- En este instante aparece nuestro archivo en la lista de la ventana *Seleccionar archivo de batimetría*. Dado que es la única batimetría en nuestra lista, ésta aparece ya seleccionada. A continuación, pulsar el botón (6) de “Seleccionar”.
- De nuevo volvemos a la ventana *Nueva alternativa*, donde dejamos el nombre de la alternativa por defecto “alternativa 1”, y luego el nombre del archivo de la batimetría. Pulsar a continuación el botón (7) de “Detalles”.
- A la derecha de esta sección definir la dirección del Norte, que se puede realizar tecleando un ángulo en grados, en la ventana (8), o gráficamente sobre el dibujo (pulsando con el botón izquierdo del ratón). En este caso teclear:

Dirección Norte (°): 270°

A continuación, pulsar el botón (9) “Aceptar”, en este momento el SMC comienza a generar el gráfico de la batimetría, mostrándolo en la pantalla sobre el plano de trabajo, junto con la orientación del Norte;

- Finalmente, cerrar la ventana *Control de alternativas*, pulsando el botón (10) “Cerrar”.

Hasta este momento hemos generado un proyecto, el cual a su vez se compone de la alternativa 1. Como se dijo anteriormente, en el área de trabajo del plano, es donde se van a llevar a cabo una serie de modificaciones sobre la batimetría base.

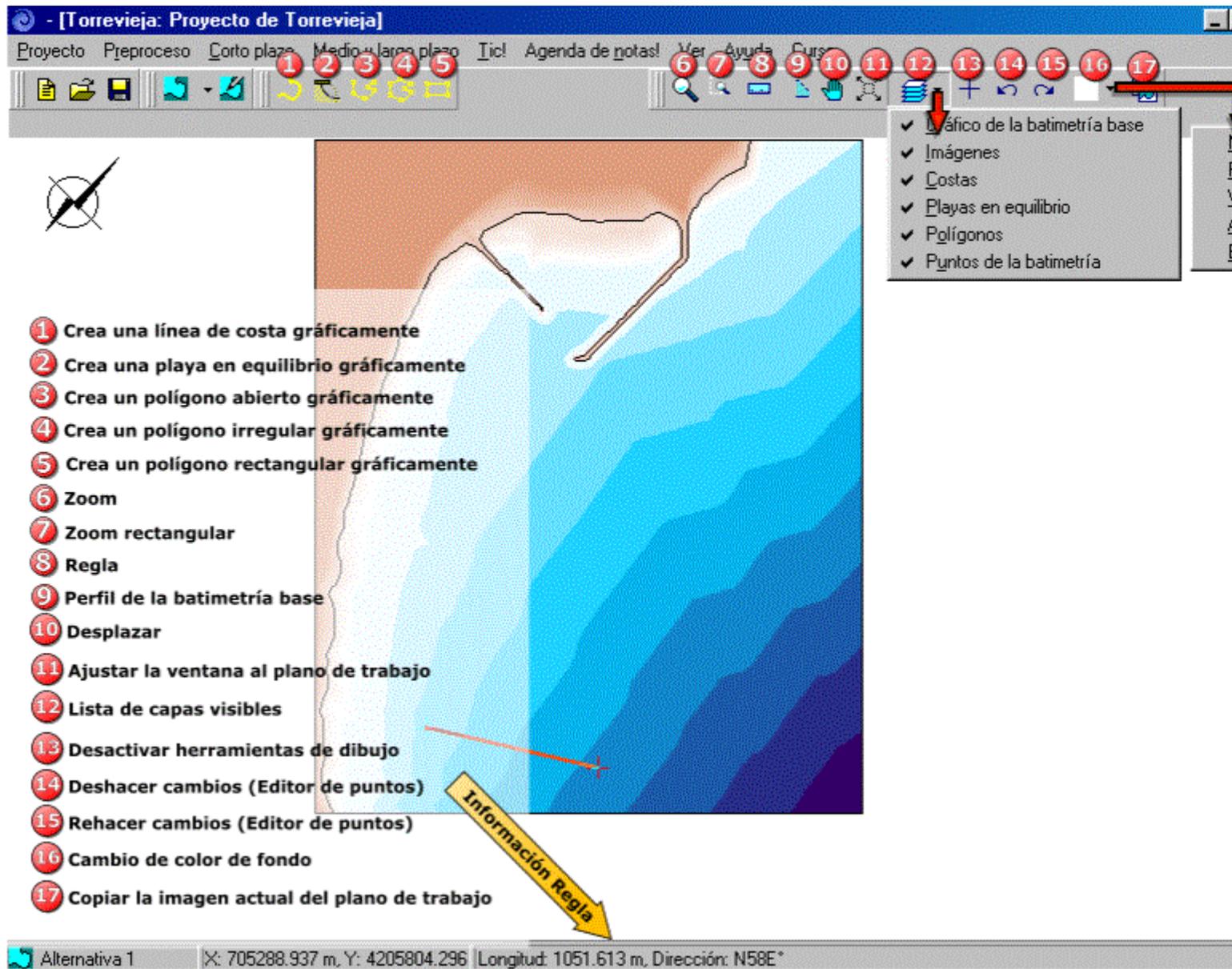


Figura 7.2

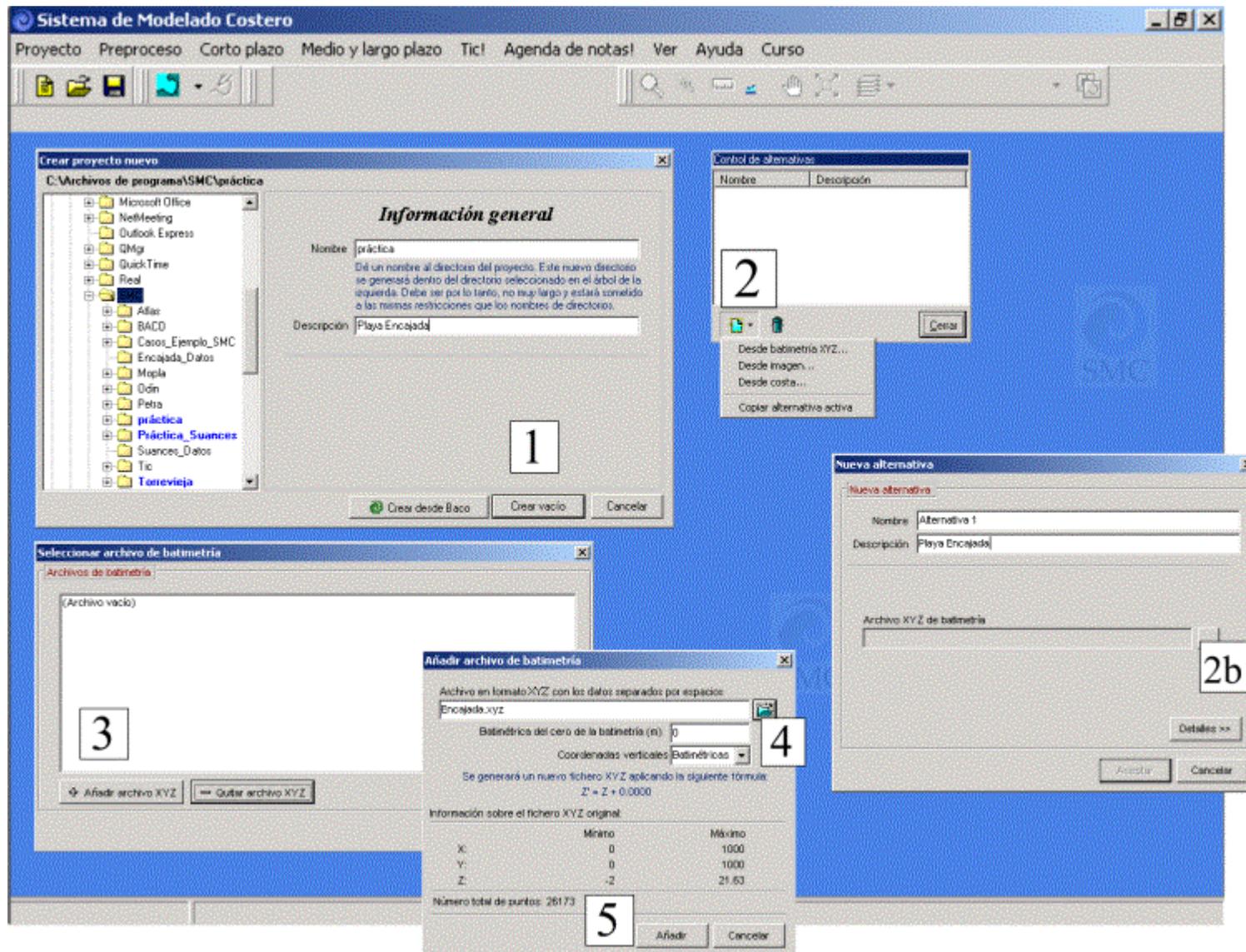
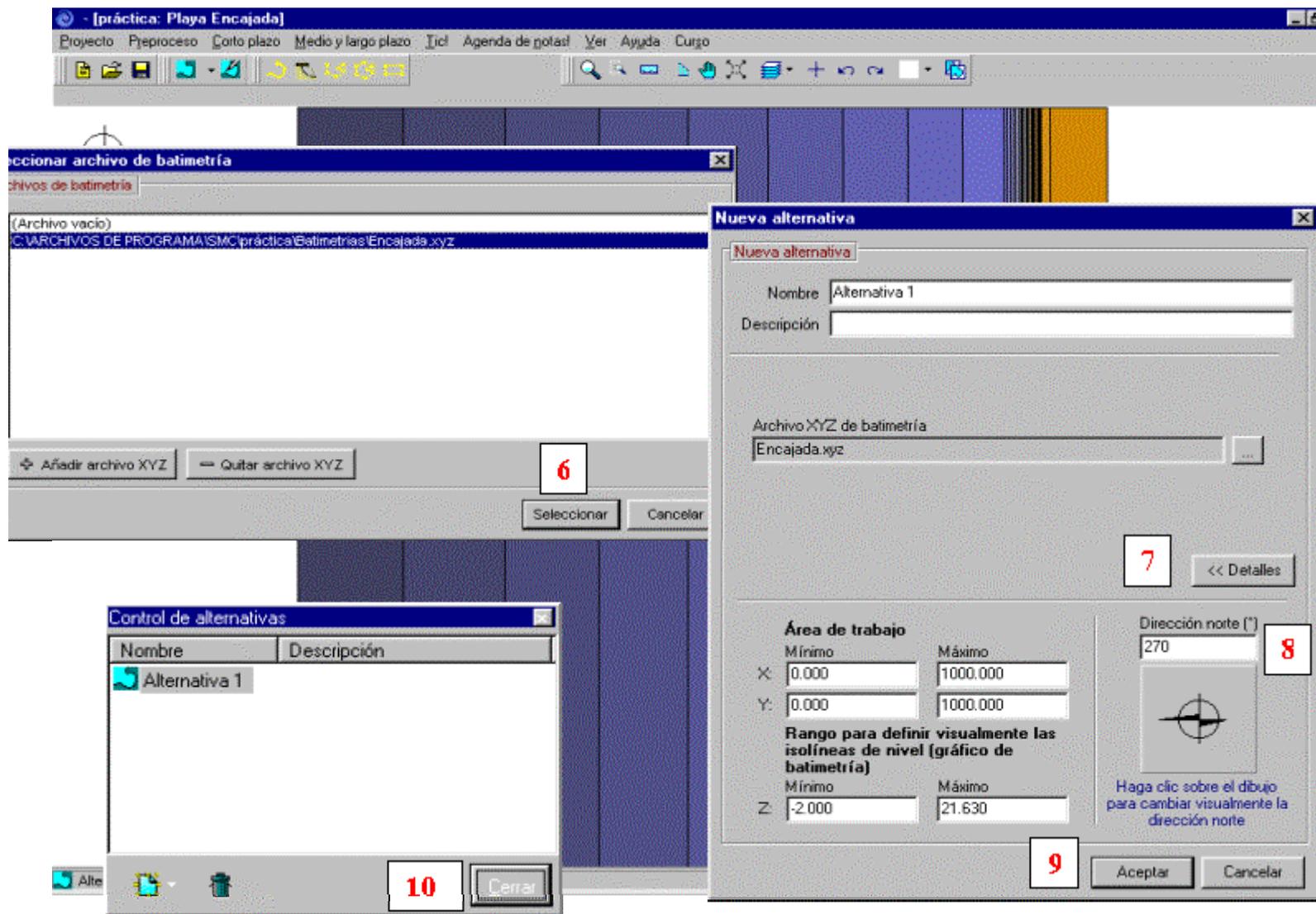


Figura 7.3 a. Crear proyecto a partir de un archivo tipo batimetría XYZ.



7.3 b. Crear proyecto a partir de un archivo tipo batimetría XYZ



2. Incluir una línea de costa

En este ejemplo deseamos incluir una línea de costa con el contorno del dique y la batimétrica cero de la playa actual. Para lo cual es necesario leer un archivo tipo (BLN) con este contorno (ver formato de archivos BLN en el Anejo I).

A continuación se debe seguir el siguiente procedimiento, acompañado de la figura 7.4:

- Lo primero es pulsar el botón (1), esta acción muestra en la pantalla el “Editor del plano de trabajo” y sobre el plano aparecen en color azul y verde los puntos de la batimetría. Para facilitar la visualización de otros elementos sobre el plano, vamos a prescindir visualmente de los puntos de la batimetría. Lo cual se consigue entrando en capas del plano (12), figura 7.2.
- En el editor del plano de trabajo, pulsar el botón “Batimetría de edición”.
- Sobre el editor de plano, pulsar la pestaña de la página de costas, con el número (2).
- A continuación, pulsar el botón (3) de “Añadir nueva”, a partir del cual seleccionamos la opción “Importar BLN...” de la lista desplegable. Esta opción nos permite abrir la ventana donde buscamos el archivo de costa en la dirección:

C:\SMC\Encajada_datos\Encajada.blm

- Una vez que se tiene el archivo en la lista de “abrir”, pulsar el botón (4). Esta acción incluye el archivo de costa en la lista (5) del “editor del plano de trabajo”, con el nombre “costa1” por defecto. Podríamos cambiar el nombre y dar una descripción pulsando el botón “Editar” en la misma página de costas, pero para este ejemplo lo dejamos como viene por defecto.
- Una vez se ha incluido la línea de costa, ésta aparece sobre el plano de trabajo en color rojo, tal como se muestra en la imagen (6).

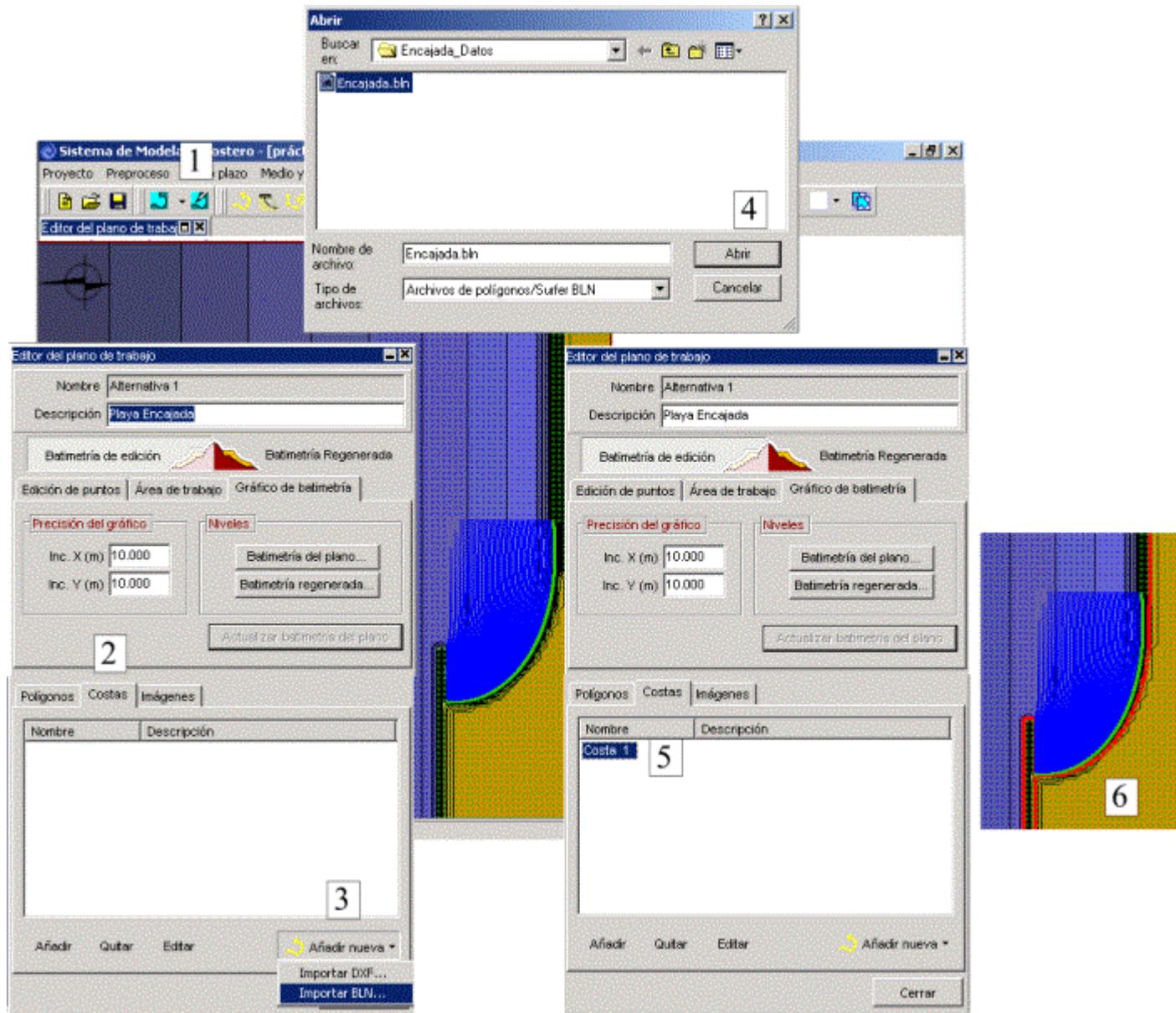


Figura 7.4. Incluir archivo de costa tipo (BLN)



3. Forma en planta y perfil de equilibrio

Dado que no conocemos el punto de control “costa arriba” de la nueva playa en equilibrio, se va a generar la forma en planta que permite por un lado un avance de la playa en su parte recta de 40 m, y por otro lado, un avance sobre el dique actual de 80 m. El proceso a seguir es el siguiente:

- Pulsar el botón (2) de la figura 7.2 (botón en amarillo con un perfil de playa);
- Desplazar el ratón sobre el plano y ubicar el punto de control frente al dique actual, y crear una playa como se muestra en la figura 7.5, siguiendo el procedimiento descrito en la sección 6.9.1. Se recomienda siempre ubicar el punto de control alineado con el eje central del dique;
- Extender los límites laterales de la playa (líneas azules), tal como se muestra en la figura 7.6 (utilizar la ayuda del zoom mediante el botón (6) o la mano de desplazamiento del botón (10)). Cuando se activa alguna de las herramientas de dibujo del plano (zoom, regla, desplazamientos, etc.) se pierde el modo de edición de la playa, para recuperarlo se debe pulsar el botón “Editar playa” dentro del editor de playas en equilibrio. En el caso de que éste se encuentre cerrado, es necesario entrar de nuevo en el editor del plano de trabajo y seleccionar el polígono correspondiente (polígono 0 en este caso), en ese momento aparecerá de nuevo el editor de playas. Este procedimiento se debe realizar cada vez que se desee acceder a una playa ya existente. Otra alternativa más rápida es utilizar la combinación: [shift] + botón izquierdo del ratón, picando sobre el punto de control;
- A continuación, medir con la regla una distancia aproximada de 40 m en la zona recta de la playa, pulsar de nuevo el botón “Editar playa” en el editor de playas y desplazar el botón azul hasta que la línea de costa (también azul), alcance el avance de 40 m;
- Para definir la posición del punto de control que permite un avance de la línea de costa de 80 m en el dique actual, pulsar de nuevo el botón con la regla y medir los 80 m, luego presionar el botón de “Editar playa” dentro del editor de playas y desplazar el punto de control hasta que el botón amarillo coincida con el avance deseado;

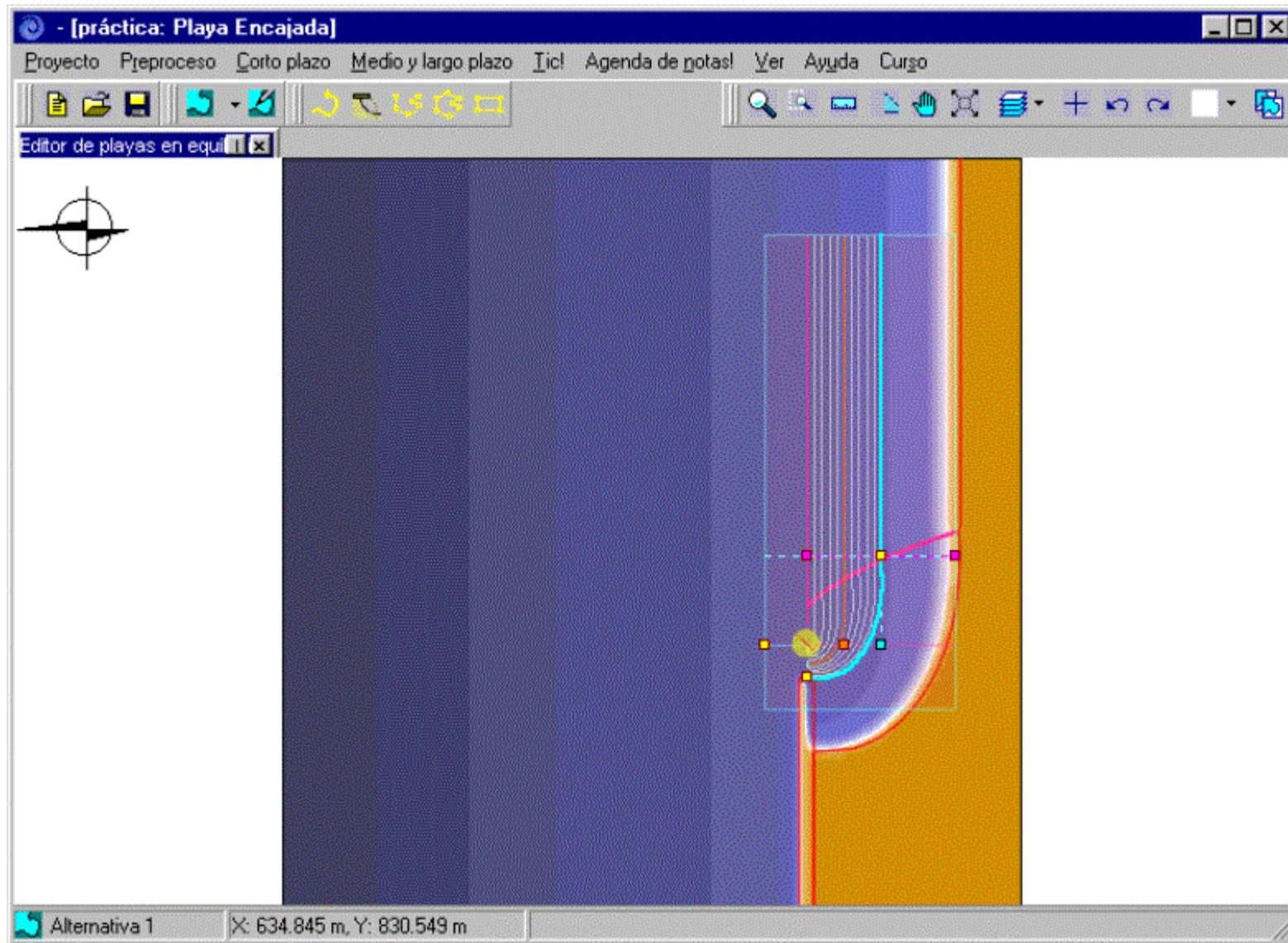


Figura 7.5

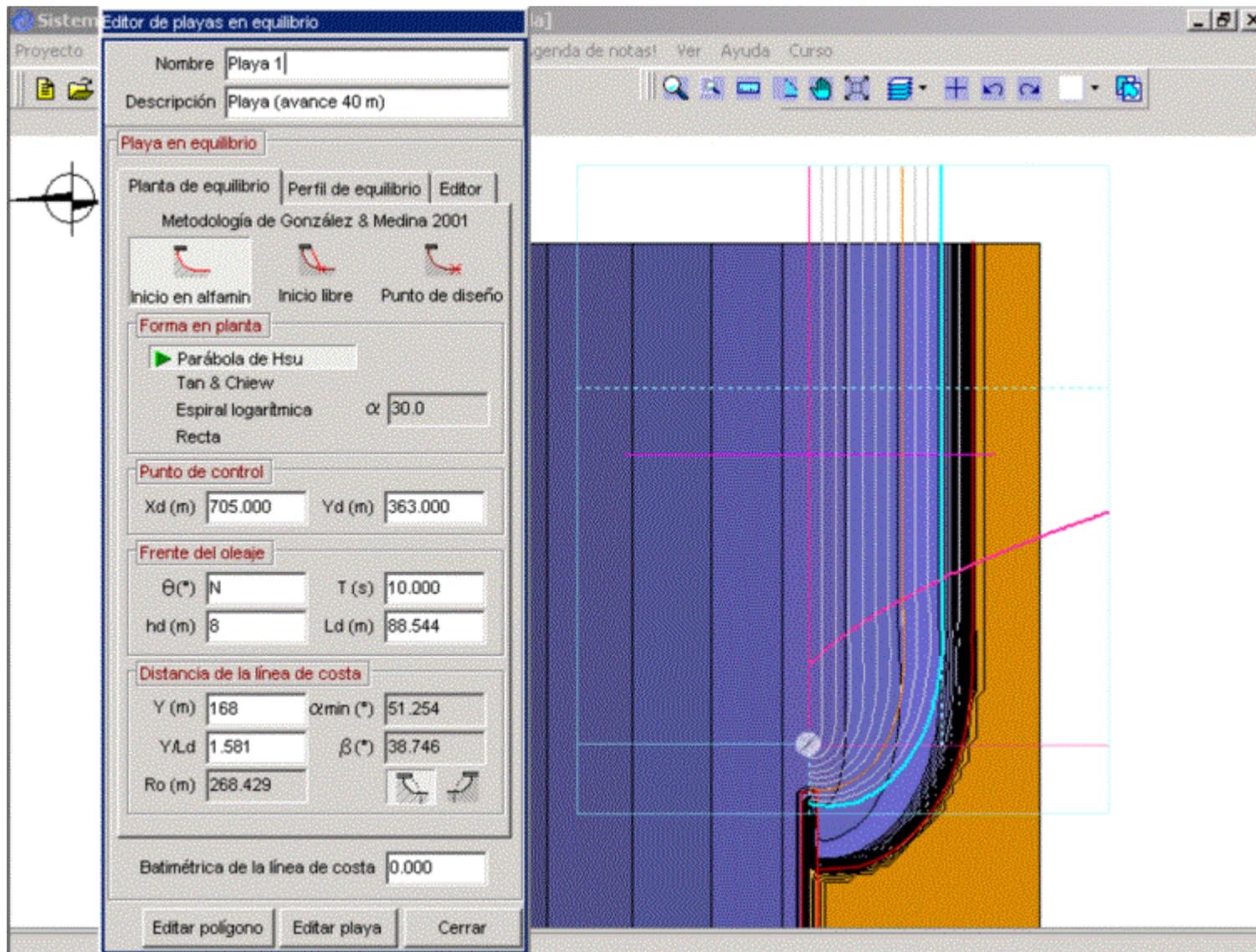


Figura 7.6



- El límite de la línea de costa en la zona recta de la playa, se localiza a 100 m del contorno oriental de la batimetría, y es allí donde se ubicará el dique de confinamiento lateral de la playa. De nuevo medir 100 m con la regla y desplazar el botón amarillo hasta esta posición;
- Luego desplazar y ubicar la línea violeta del perfil de playa, tal como se muestra en la figura 7.6;
- Maximizar el editor de playas en equilibrio y teclear en el campo de descripción: playa (avance 40 m).
- Estando localizados en el editor de playas en equilibrio (subpágina de planta de equilibrio), teclear los parámetros que aparezcan diferentes a los que se presentan en la figura 7.6;
- Entrar en la subpágina de perfil de equilibrio, en el editor de playas en equilibrio (ver figura 7.7), dejar por defecto los taludes (1:12) de intersección al pie del perfil (ver detalles de la descripción del perfil en la sección 6.8), y pulsar el botón “Modificar...” asociado al perfil de Dean. Teclear los valores de $A = 0.18$ ($D_{50} = 0.71$ mm) y $h_* = 6.0$ m ($H_{s12} \sim 4$ m) como se muestra en la figura 7.7 donde se aprecia cómo la línea color café asociada al h_* , se localiza fuera del límite del dique (dejar valor por defecto de K según Dean, 1977);
- Si pulsamos el botón “Ver cortes con el terreno”, en la figura 7.8 aparecen el perfil nativo (en rojo) y el perfil del relleno (en verde), perfiles a lo largo de la línea perpendicular a la playa en color violeta. Una vez visto, pulsar el botón “Cerrar”;
- Volver de nuevo al editor de playas en equilibrio, donde hemos definido la forma en planta y perfil de la playa (ver figura 7.9), pulsar la pestaña de la página “editor”, y a continuación en elementos visibles seleccionar la caja en blanco de “puntos”, acción con la cual podemos visualizar sobre el plano unos puntos de color blanco asociados a la playa en equilibrio. Ahora pulsando el botón “Ver puntos”, después de varias acciones de interpolación aparecen sobre el plano en color rojo los puntos de la batimetría base, en color negro los puntos sobre la zona de la berma, en color verde los puntos del perfil de equilibrio y en color azul los puntos en el talud de pie de playa (ver figura 7.9);
- A continuación, pulsando el botón “Generar polígono”, generamos el polígono de intersección entre la playa de equilibrio y la batimetría base. Antes de salir el polígono en el plano, aparece un diálogo que pregunta si se desea crear líneas de costa que muestren la intercepción con el terreno y la línea de playa; dar a éste aceptar. A continuación, aparece en la pantalla el polígono propuesto por el programa (ver figura 7.10), el cual debe ser corregido por el usuario ajustándolo lo mejor posible a los contornos,

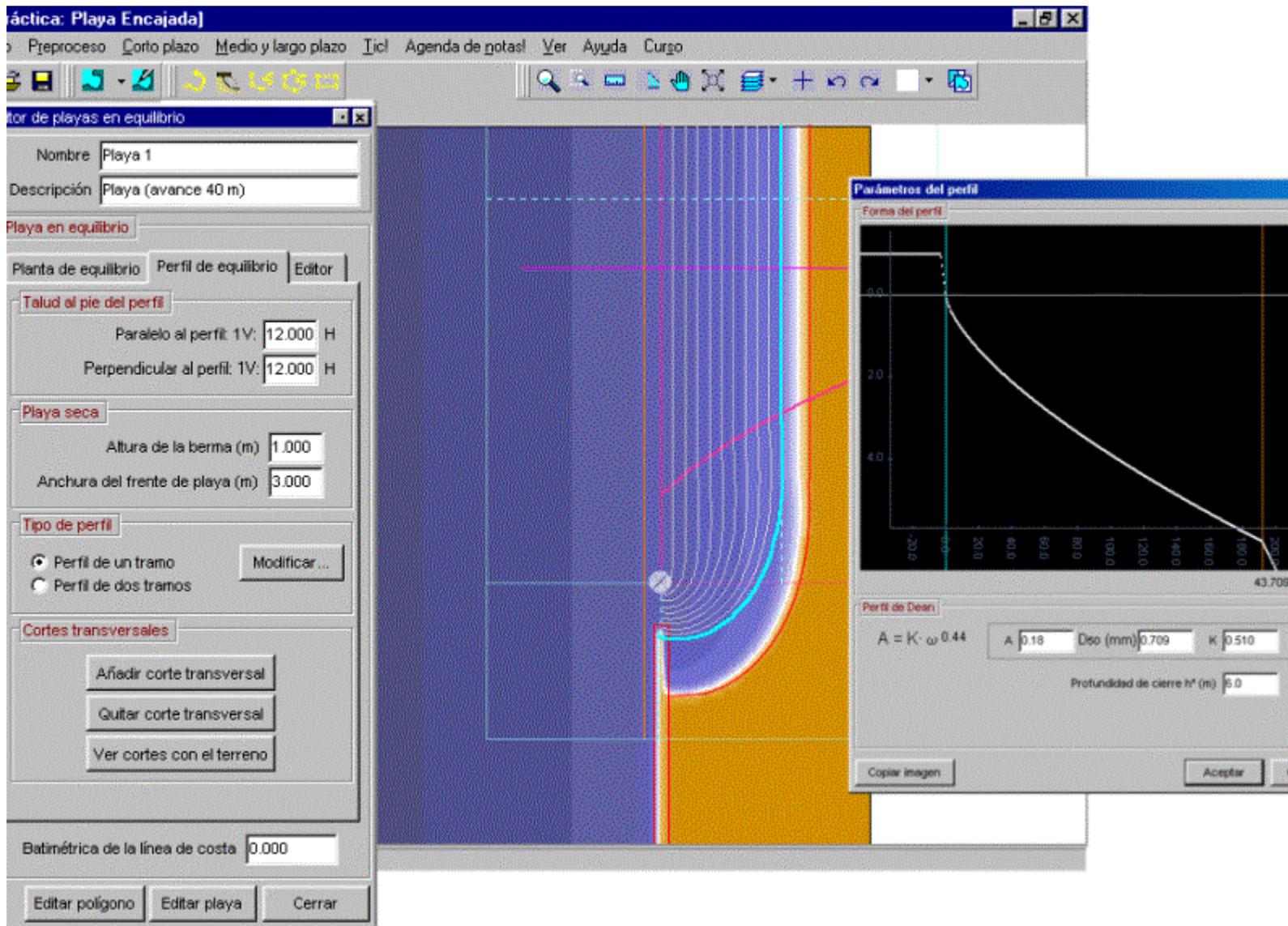


Figura 7.7



teniendo especial cuidado en no incluir puntos en color rojo dentro del polígono. Pulsando el botón “Editar polígono” en el editor de la playa, aparece el polígono en color naranja con vértices cuadrados, permitiendo modificar los puntos que se muestran en la figura 7.10 (ver proceso de modificación de un polígono en la sección 6.9.1). El polígono final ya corregido es algo similar a lo que se muestra en la figura 7.11;

- Finalmente, estando en el editor de playas en equilibrio, pulsar el botón “Cerrar”.

4. Prolongación del dique actual

Una vez que hemos definido el punto de control, procedemos a prolongar el dique actual mediante un polígono rectangular. A continuación, seguimos los siguientes pasos:

- Minimizar el editor del plano de trabajo si está abierto;
- Activar el botón de “Zoom” (6) y ampliar la imagen tal como se muestra en la figura 7.12, en la zona comprendida entre el morro del dique actual y el punto de control de la playa;
- Pulsar el botón (5) con el dibujo de un rectángulo, y proceder a generar la prolongación del dique actual (el manejo gráfico de esta herramienta se describe en la sección 6.9.1), momentáneamente desaparecerá el punto de control, lo cual no es relevante puesto que se podrá corregir el polígono una vez generado;
- Corregir los vértices cercanos al punto de control, tal como se muestra en la figura 7.12. Se debe poner especial cuidado, para que el polígono de la playa quede contenido dentro del polígono del dique (línea en color rosado). Esta intersección permite que no queden puntos de la batimetría base entre la playa y la prolongación del dique. El programa genera el terreno de acuerdo con el orden de los polígonos en el editor de batimetría, en este caso, el dique será generado después de la playa;
- A continuación maximizar el editor de polígonos si está minimizado, y fijar las opciones que aparecen en el editor de la figura 7.12;
- Finalmente, crear una línea de costa asociada a este polígono1, pulsando el botón “Crear costa” y luego guardar esta configuración dando al botón “Cerrar”.

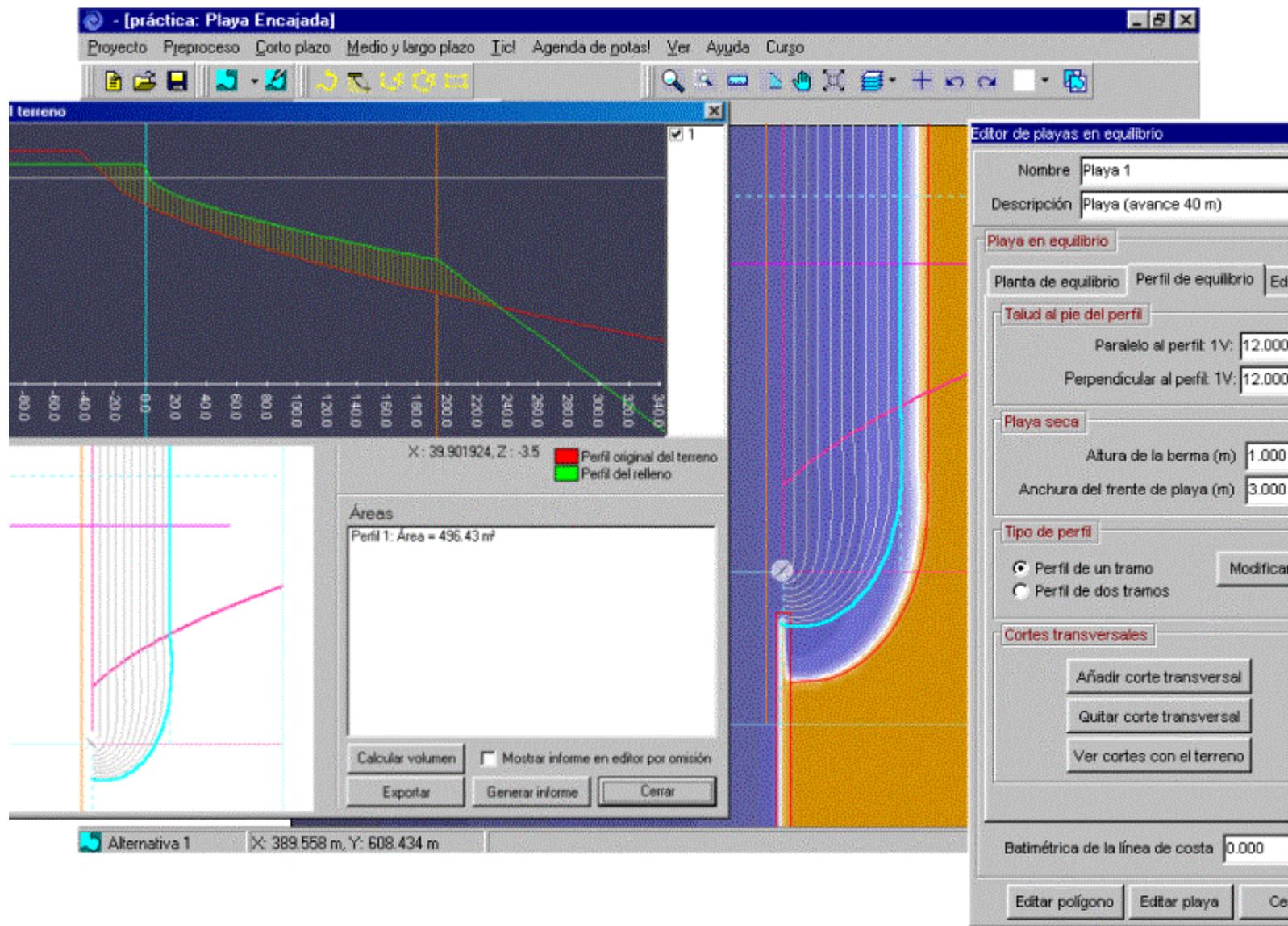


Figura 7.8

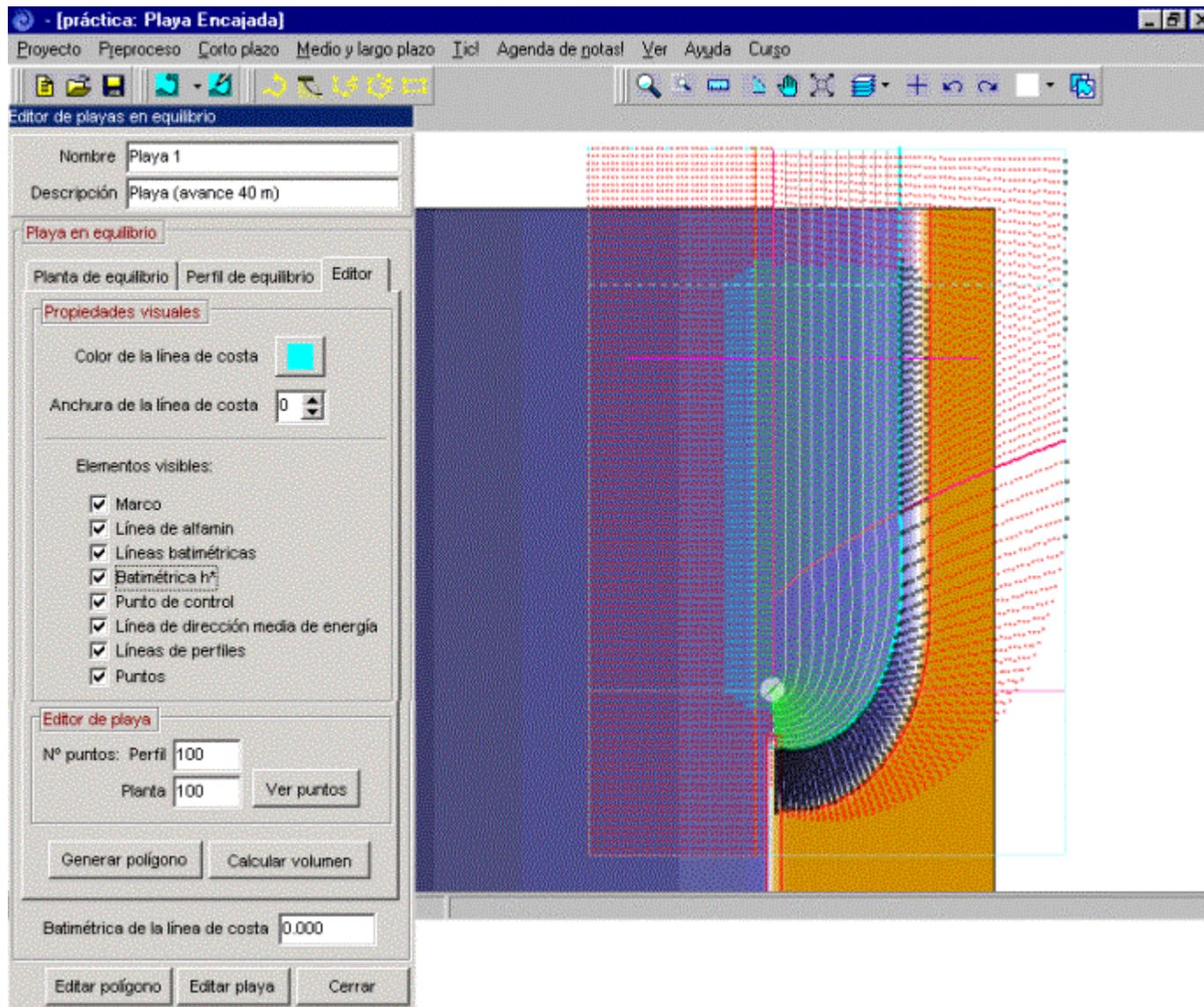


Figura 7.9

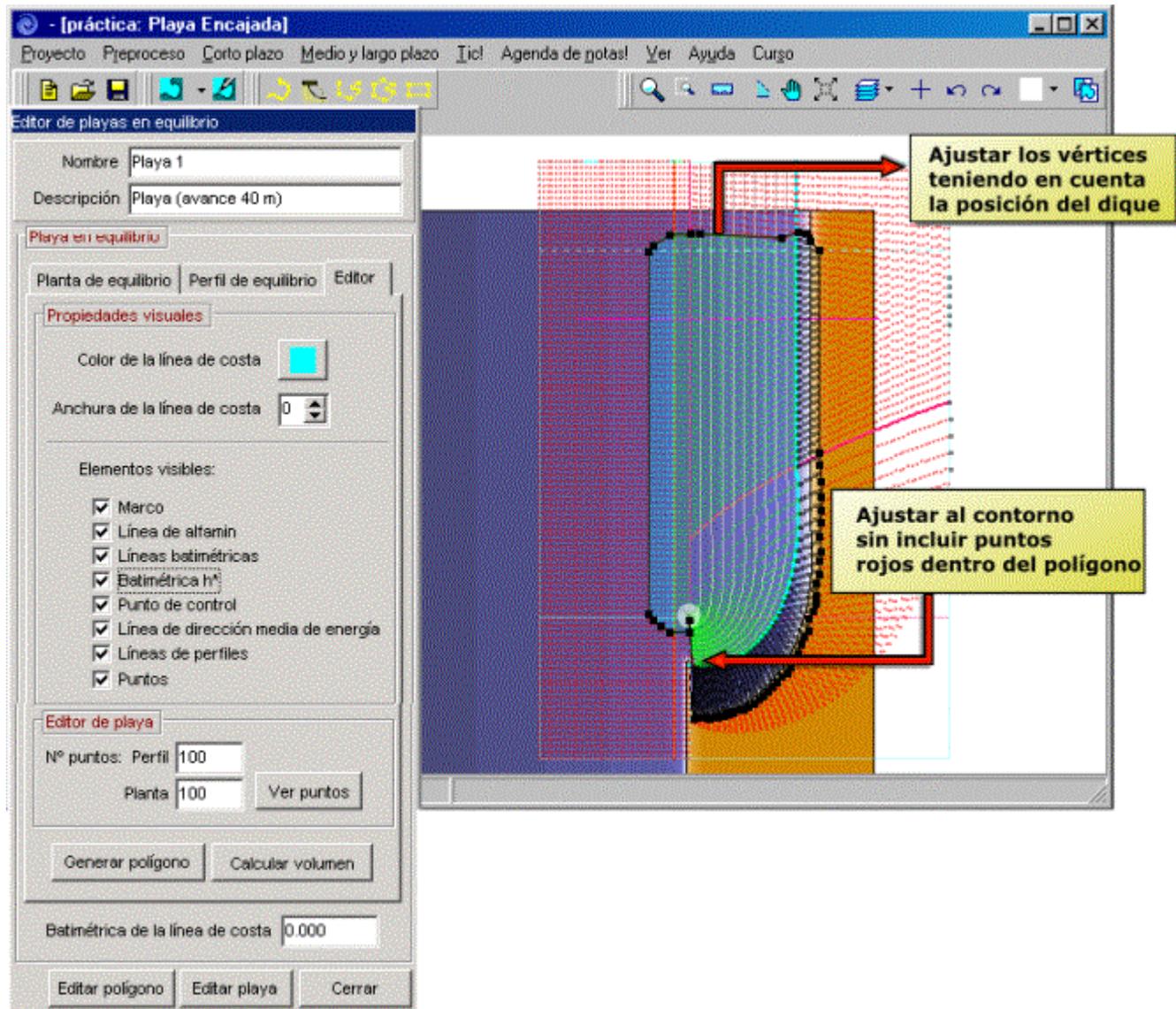


Figura 7.10

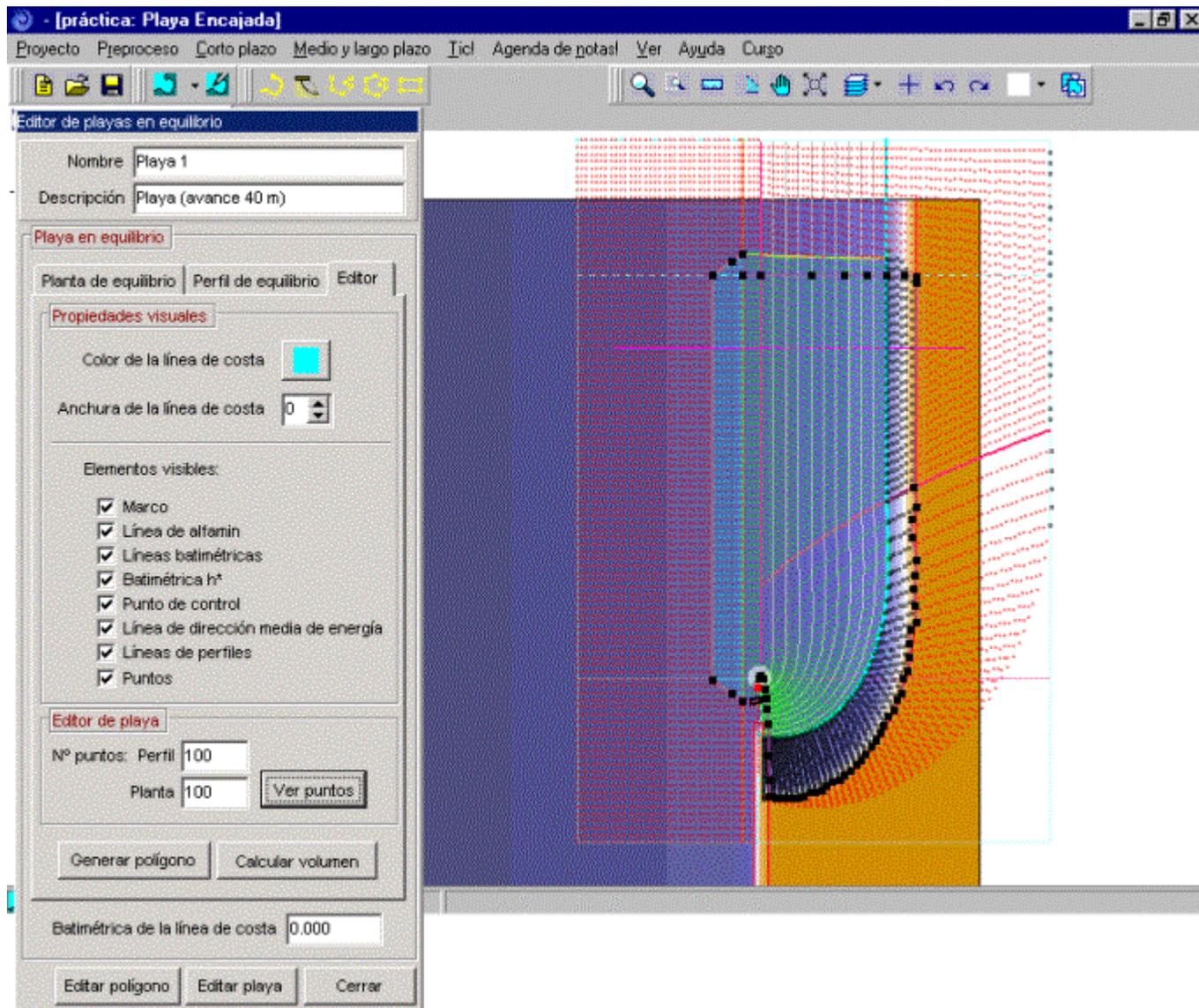


Figura 7.11

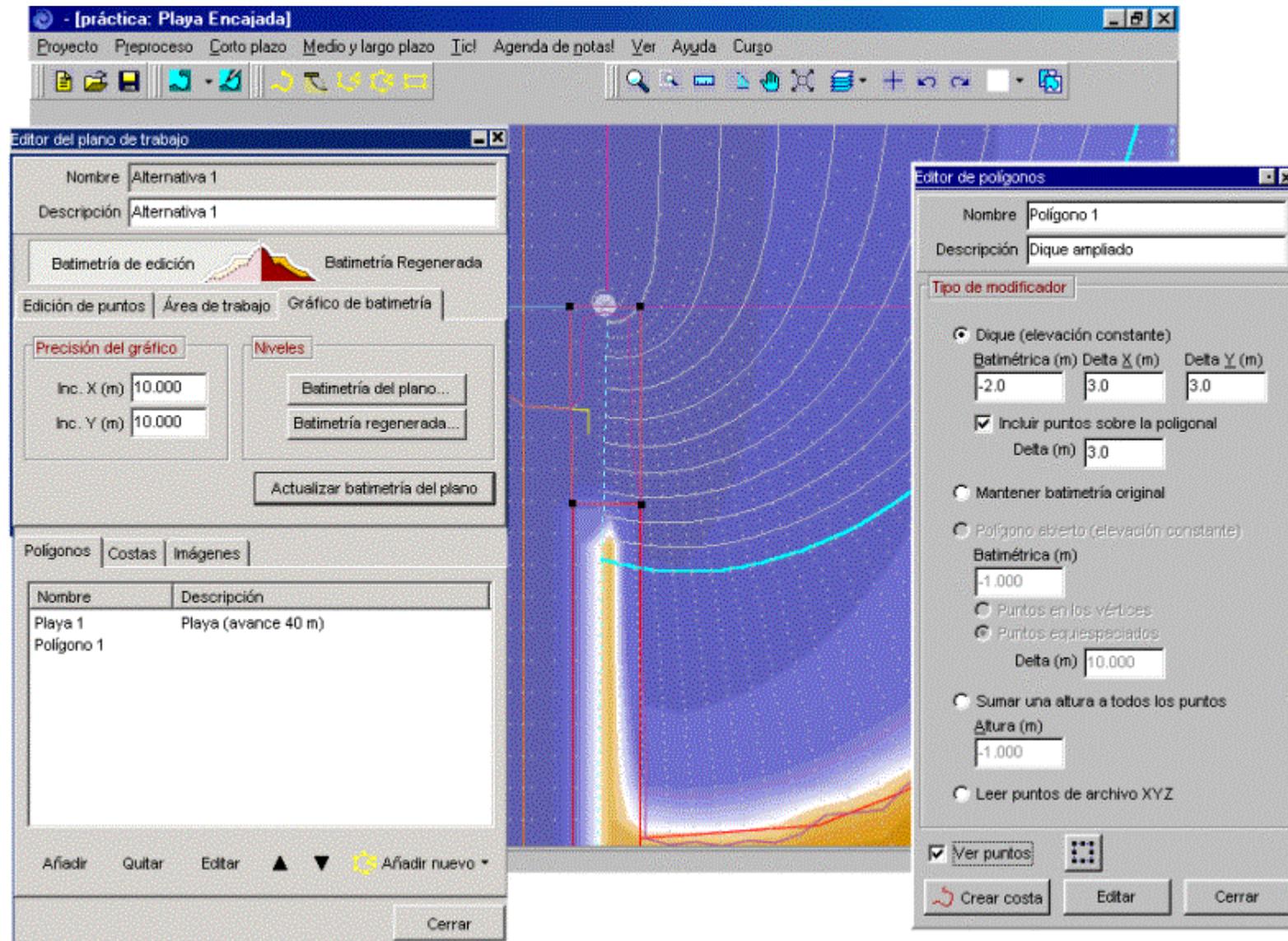


Figura 7.12



5. Dique de apoyo lateral

Dado que la playa necesita un confinamiento lateral del perfil, se localizará un dique en el margen oriental de la playa a 100 m del contorno. En este caso se aplicará un polígono irregular cerrado. El proceso a seguir es el siguiente:

- Activar el zoom (6), figura 7.2, y ampliar la imagen tal como se muestra en la figura 7.13, en la zona final de la playa. Utilizar la ayuda de la mano (10) para desplazar la pantalla;
- El dique se va a localizar sobre el polígono de la playa (línea negra en la pantalla), esto con el fin de evitar que queden puntos de la batimetría base entre dique y la nueva playa. Pulsar el botón (4) con el dibujo de un polígono irregular cerrado, y luego sobre el plano ir picando los vértices con el botón izquierdo del ratón, tal como se muestra en la figura 7.13 (ver detalles acerca del manejo del polígono en la sección 6.9.1). El dique se debe extender hasta la profundidad de cierre del perfil, para garantizar la estabilidad lateral del mismo;
- Maximizar el editor de polígonos y teclear las opciones que se muestran en la figura 7.13;
- Finalmente, crear una línea de costa asociada a este polígono2 pulsando el botón “Crear costa” y luego guardar la configuración del dique pulsando el botón “Cerrar”.

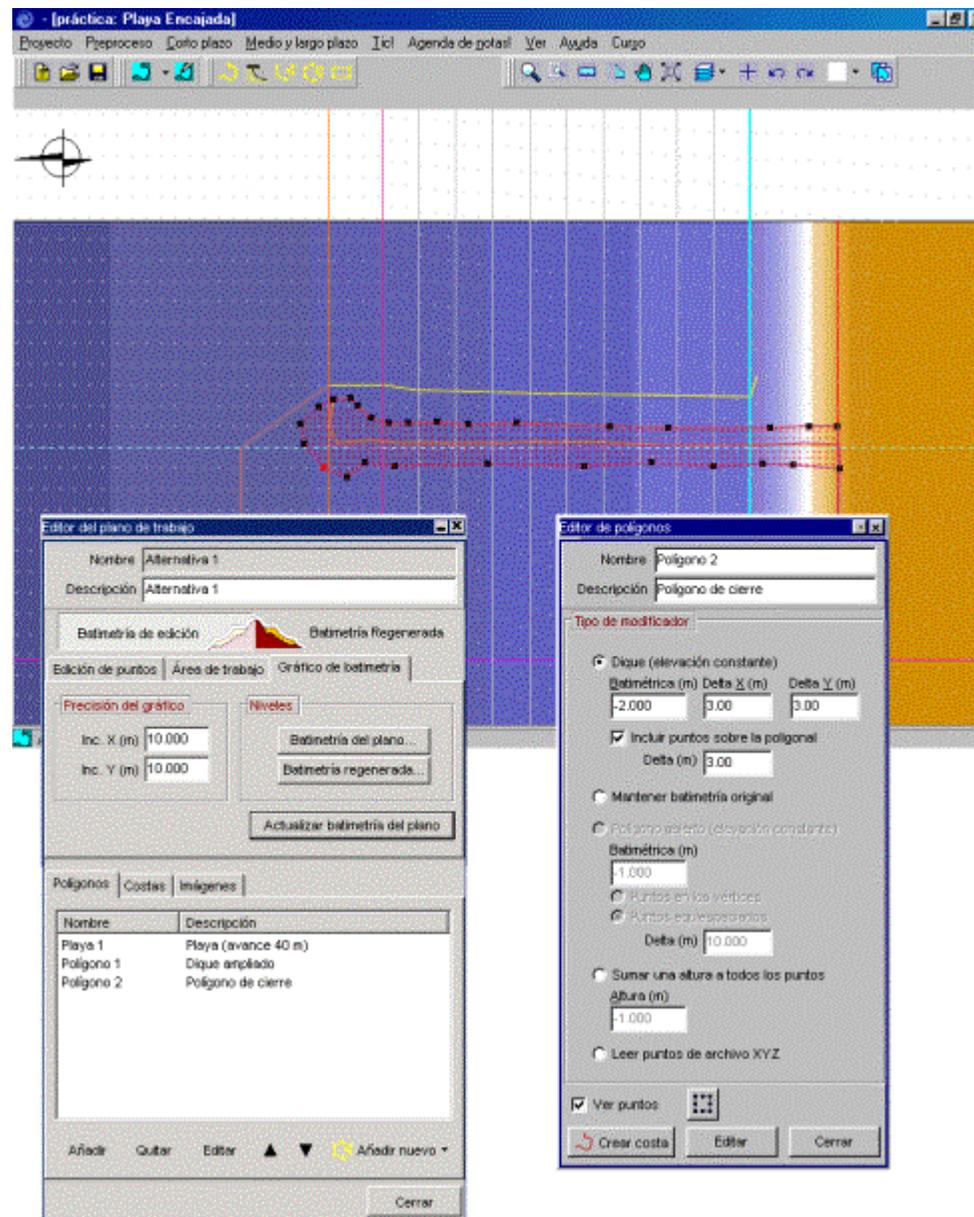


Figura 7.13



6. Editor de costas

En la lista de edición de costa, dentro del editor de batimetría, se encuentran las siguientes líneas de costa: las asociada al archivo BLN (costa 1: dique inicial y línea de costa), la línea de costa asociada a la intercepción del pie de playa con el terreno (costa 2), la línea de costa de la nueva playa (costa 3), la línea de costa del dique ampliado (costa 4) y la costa del dique de confinamiento (costa 5). De todas estas líneas de costa vamos a modificar la costa 3, para que su inicio en la proximidad del dique actual y del dique de confinamiento, sea en el contorno interno de éstos. Para ello debemos seguir el siguiente procedimiento:

- Primero activar el botón del “Zoom”, luego situarse sobre el dique actual donde comienza la nueva línea de costa (línea verde) y ampliar la imagen tal como se muestra en la figura 7.14.
- A continuación borrar los dos últimos puntos de la costa, lo cual se logra seleccionando cada vértice y pulsando dos veces con el botón izquierdo del ratón. No obstante, aunque seguimos viendo la línea azul en la pantalla, la línea de costa de la nueva playa ha sido modificada, efecto que se apreciará cuando el plano sea regenerado.
- Repetir el mismo proceso en el extremo final de la línea de costa en cercanías del espigón de confinamiento, donde debemos mover el último vértice hasta la cara interna del dique.
- En la figura 7.14 se presenta una imagen de la playa en equilibrio, los diques y las costas donde aparece en modo de edición la línea de costa 3.

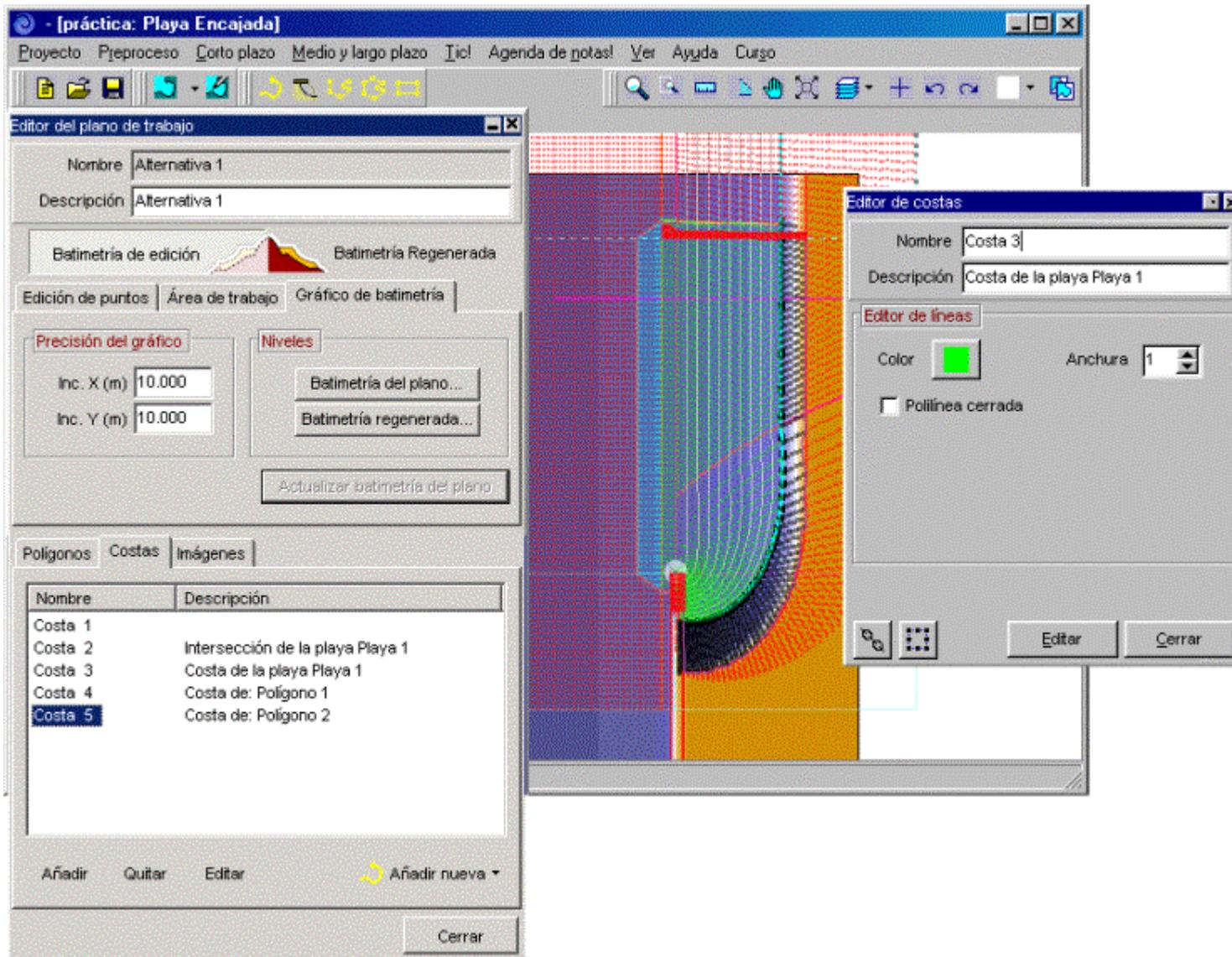


Figura 7.14



7. Regeneración del terreno

- Una vez que se han definido los distintos polígonos y líneas de costa en el editor de batimetría, pulsamos el botón “Batimetría regenerada”, donde después de un tiempo del proceso de esta información, el programa muestra en el plano regenerado la nueva batimetría;
- Para copiar el plano regenerado en otro plano, lo primero que se debe hacer es abrir la ventana de *Control de alternativas*, luego dentro de éste pulsar el primer botón de “Crear alternativa” de la lista desplegable, seleccionar “Copiar alternativa activa”. A continuación sale una ventana de *Nueva alternativa*, pulsar el botón de “Aceptar” tal como se muestra en la figura 7.15. Una vez que el programa genera la alternativa2, se sitúa sobre ésta y muestra la batimetría regenerada de la alternativa1, sin incluir los polígonos (ver la figura 7.16);
- De otra manera, si deseamos copiar el “plano de trabajo” de la alternativa1, volvemos de nuevo a la alternativa1 mediante el “control de alternativas”, respetamos el mismo procedimiento y seleccionamos copiar “Plano de trabajo”; como resultado se copian todos los polígonos, playas y costas en la nueva alternativa3, tal como se muestra en la figura 7.17;
- Localizándonos de nuevo en la alternativa1 (sobre la batimetría regenerada), si pulsamos el botón “Batimetría de edición” en el “Editor del plano de trabajo”, volvemos al plano base con todas sus modificadores.
- Cuando se regeneró el terreno en la alternativa1, se generaron una serie de directorios que cuelgan del mismo plano, como es el caso del directorio Mopla-MC, el cual guarda la nueva batimetría en el debido formato de entrada al modelo. Ir a la barra de menú y ejecutar el modelo Mopla-MC cuya ruta es (Corto plazo | planta (Mopla)) y dentro del Mopla-MC éste muestra en pantalla la batimetría regenerada en el directorio (c:\...\SMC\Práctica\alternativa1\Mopla\alternativa1.xyz), y luego dar una precisión del gráfico de 10 m (ver figura 7.18).
- Para terminar el trabajo en el SMC, ubicarnos de nuevo en el menú principal y guardar la información en (Proyecto | Guardar Proyecto) y pulsar “Salir”.
- Finalmente, se ha obtenido una playa en equilibrio con una prolongación del dique actual de 80 m y un dique lateral de confinamiento de aproximadamente 250 m.

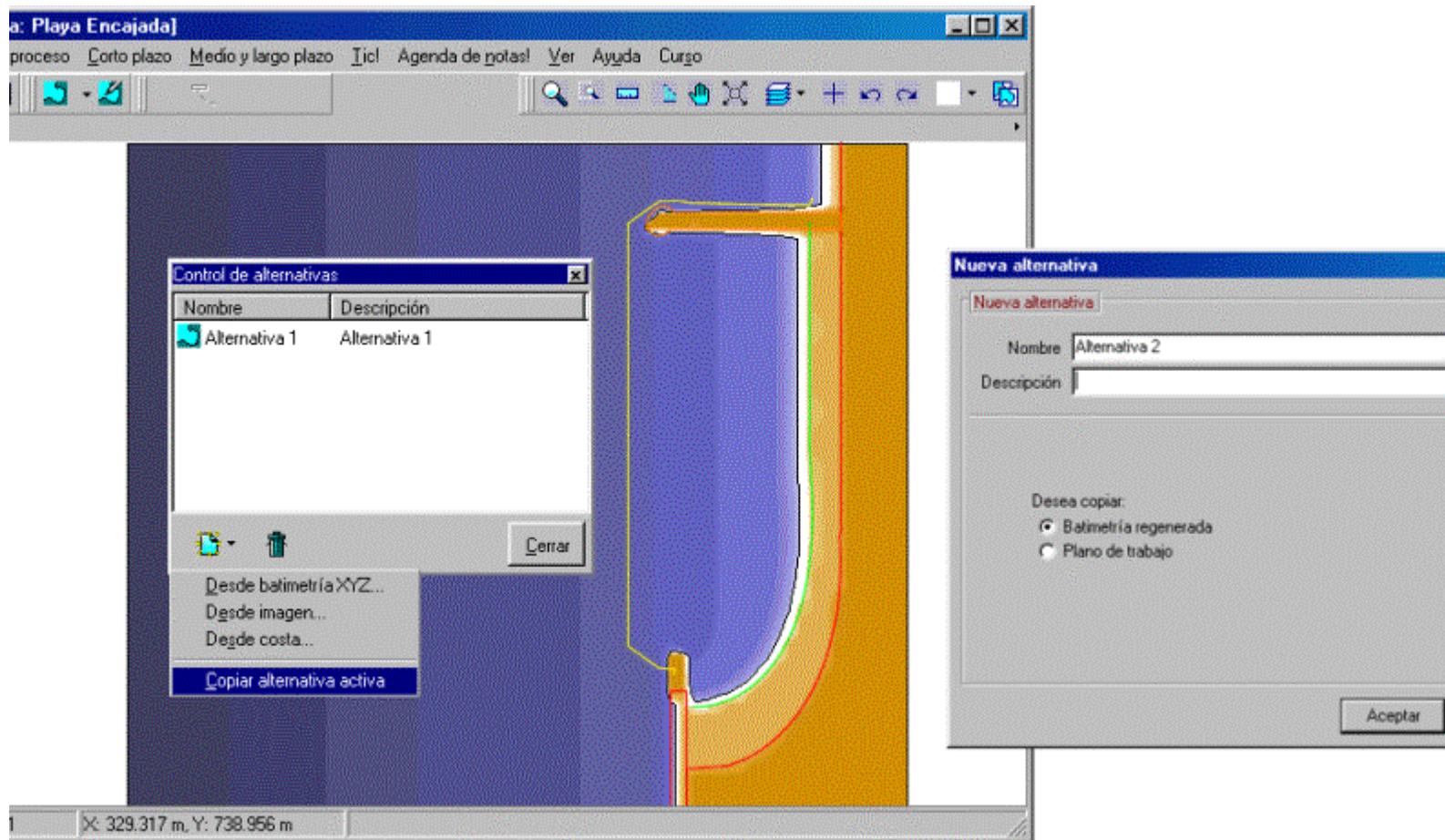


Figura 7.15

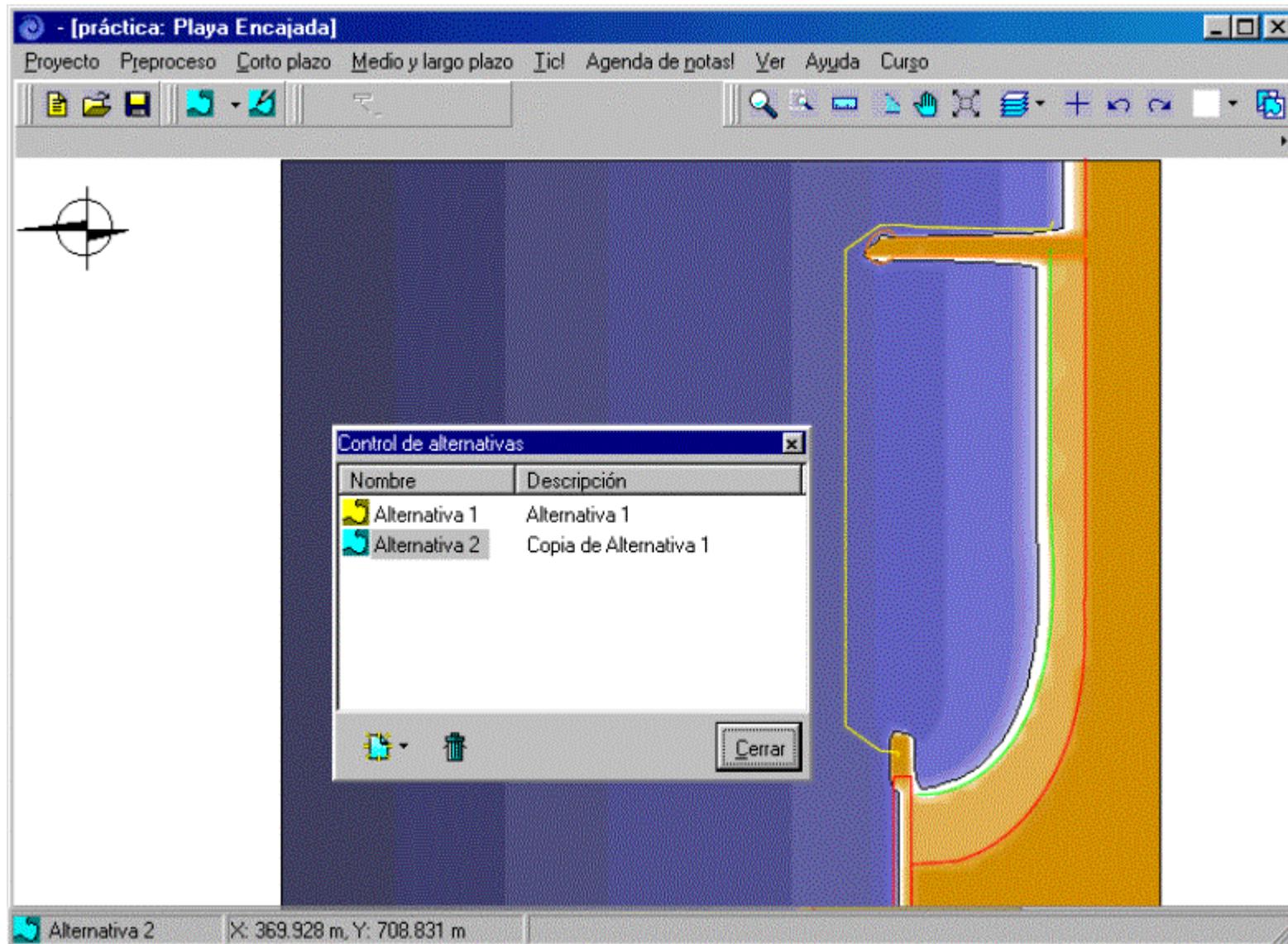


Figura 7.16

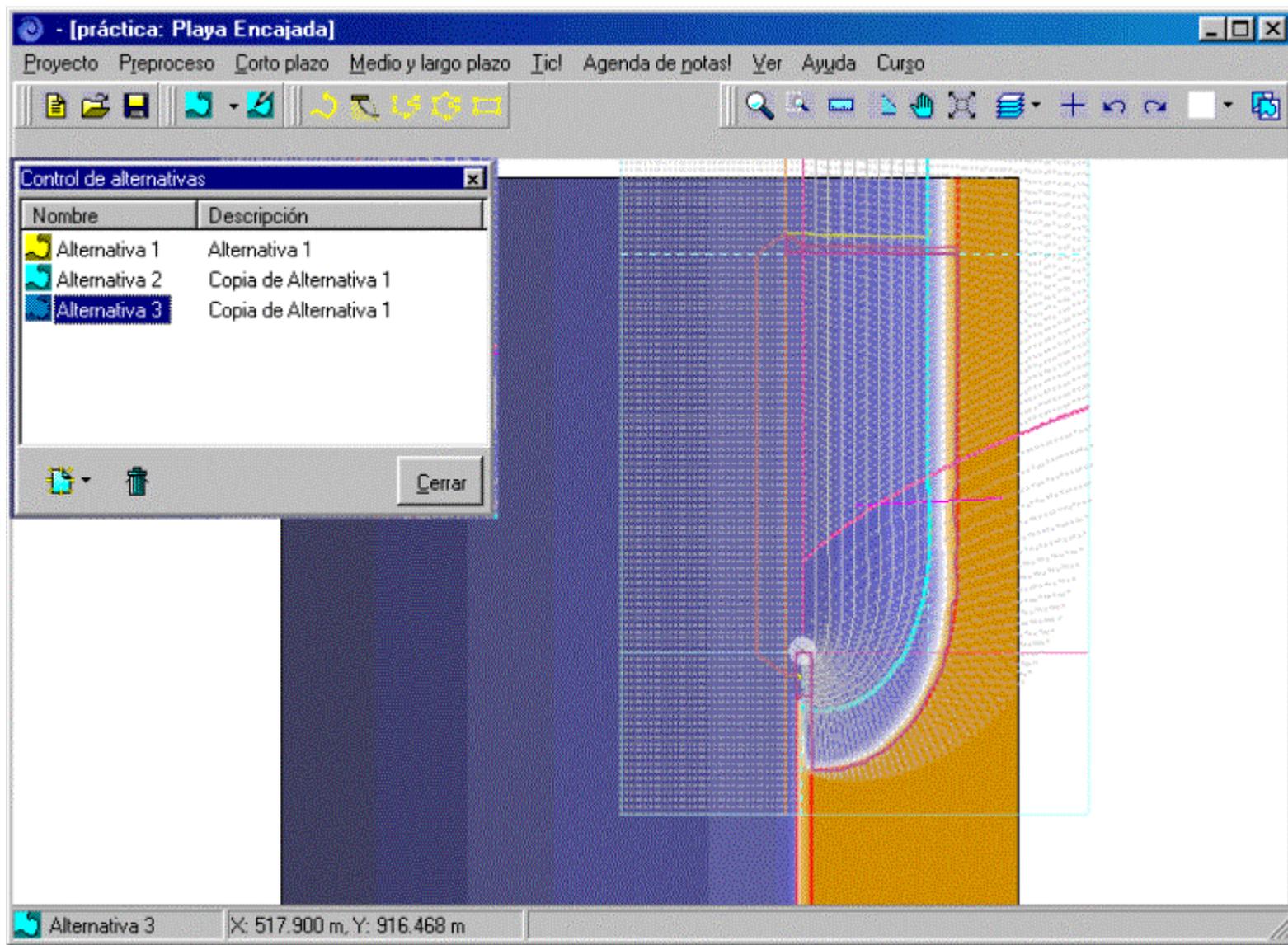


Figura 7.17

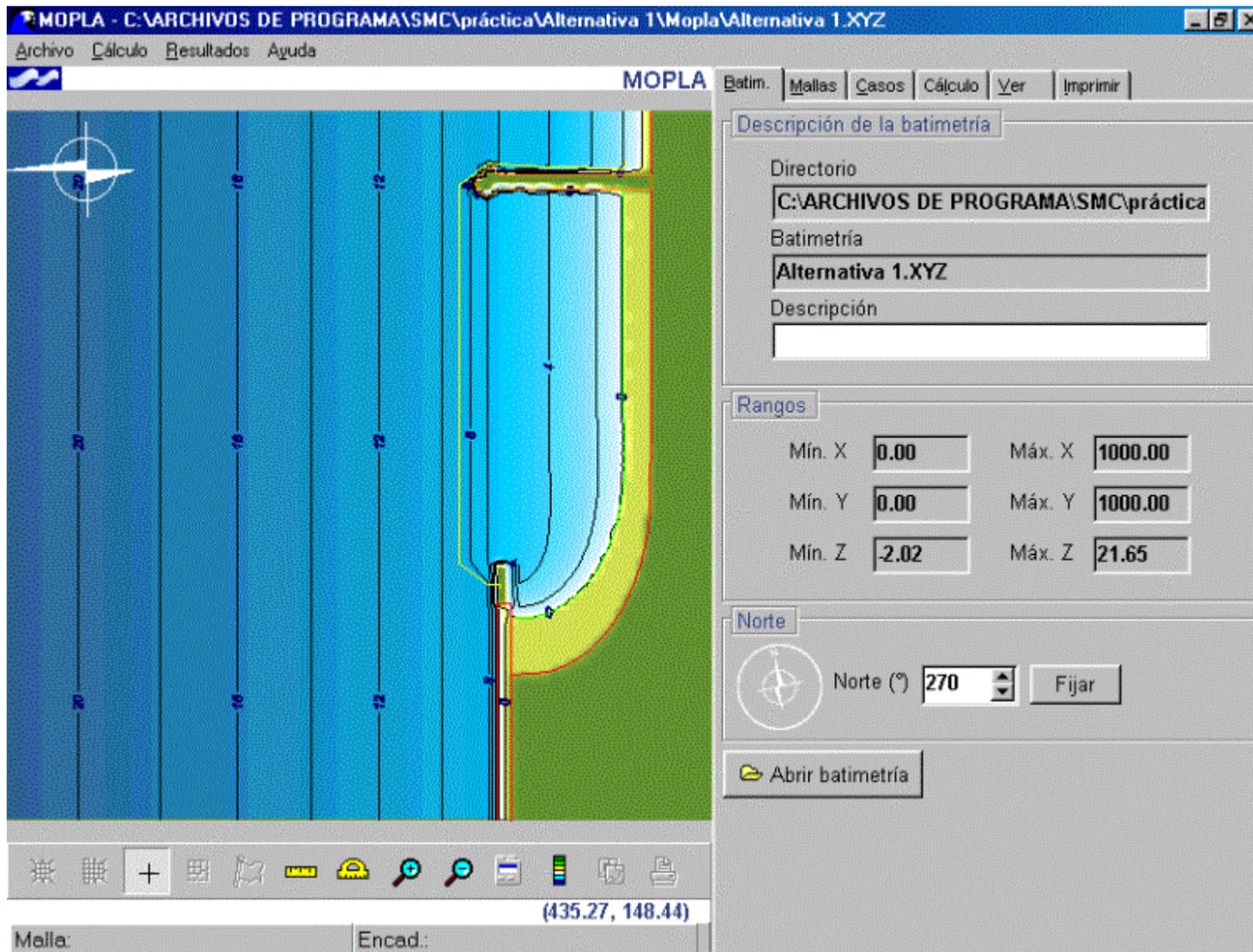


Figura 7.18



7.2 TUTOR DEL CASO 2

7.2.1 Objetivo

El objetivo de esta segunda práctica es aprender a manejar diferentes opciones en la generación de alternativas con el SMC. Los aspectos contemplados dentro del caso de estudio son:

- Creación de un proyecto a partir del programa Baco.
- Generación de un polígono a partir de un archivo de batimetría XYZ.
- Regeneración de la batimetría.
- Incorporación de una imagen conociendo las coordenadas UTM de las esquinas de ésta.
- Creación de una alternativa a partir de un fichero de costa con formato dxf.
- Incorporación de una imagen a una alternativa, dado el caso en el cual no se conocen a priori las coordenadas UTM de las esquinas.

7.2.2 Caso de estudio

El caso de estudio, sobre el cual se van a llevar a cabo una serie de alternativas, es la Playa de La Concha en Suances (Cantabria). De acuerdo con los objetivos de este caso, se van a ir creando diferentes alternativas, cumpliendo cada una de ellas con diferentes objetivos.

7.2.3 Crear proyecto desde Baco (Alternativa 1)

En esta sección vamos a aprender cómo se maneja el programa Baco para la creación de un proyecto. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Abrir el programa SMC y pulsar el botón “Inicio”.
- Una vez que aparece la ventana principal del SMC, maximizarla en la esquina superior derecha, de tal manera que se ajuste a la totalidad de la pantalla.



- Un proyecto se puede crear de dos maneras: pulsando directamente el primer botón a la izquierda (botón con el dibujo de una página) o abriendo en la barra de menús “Proyecto” y pulsando “Nuevo Proyecto”.
- Una vez que aparece el diálogo de “Crear proyecto nuevo”, hay que elegir el nombre del proyecto y la descripción de éste. Escribir como nombre “Práctica_Suances” y como descripción “Playa de La Concha”. Seleccionar la opción de “Crear desde Baco”. Esta opción hace una llamada al programa Baco (ver figura 7.19).
- A continuación, aparecerá una imagen del mapa de la Península Ibérica, las Islas Baleares y las Islas Canarias. Sobre la costa se observará en color rojo las cartas náuticas disponibles, así como los números asociados a éstas.
- Seleccionar el botón de “Zoom” (con el dibujo de una lupa) y, a continuación, pulsar dos veces con el botón izquierdo del ratón, sobre las Costa Cantábrica. Esta opción va a permitir acercarse al área de interés (ver figura 7.20) .
- Una vez ubicados cerca del área de interés, desactivar la lupa; para lo cual, pulsar el botón que está al lado de la lupa (el botón con una cruz).
- Determinar el área de trabajo de la zona de Suances. Seleccionar la carta náutica 939, que corresponde a la zona que abarca desde La Virgen del Mar a la Ría de la Rabia. Pulsar el botón izquierdo del ratón en un punto, el cual va a ser una esquina del rectángulo del área de trabajo. Desplazar el ratón y soltarlo en otro punto, definiendo de esta forma la esquina opuesta del rectángulo de interés. A continuación se observará que el área de trabajo ha quedado delimitada en color verde.
- Automáticamente aparecerá en la parte derecha de la pantalla una lista con todos los elementos comprendidos dentro del área de estudio. En este momento el usuario debe elegir cuáles de estos elementos son los que necesita y cuál es el formato de salida que desea. El elipsoide de destino puede ser: Datum europeo (Postdam) o bien WGS84. En cuanto a los elementos posibles a incluir, se dispone de: las cartas náuticas, los puntos batimétricos y las líneas de costa. Las cartas náuticas son las imágenes de las cartas en formato png. Si se desea visualizar estas cartas, pulsar dos veces con el botón izquierdo del ratón, sobre uno de los números de la lista de “cartas náuticas”. Los puntos batimétricos son los polígonos que contienen los puntos digitalizados dentro de esa carta. Finalmente, las líneas de costa son los ficheros del contorno (mar-tierra) que quedan dentro del área seleccionada.

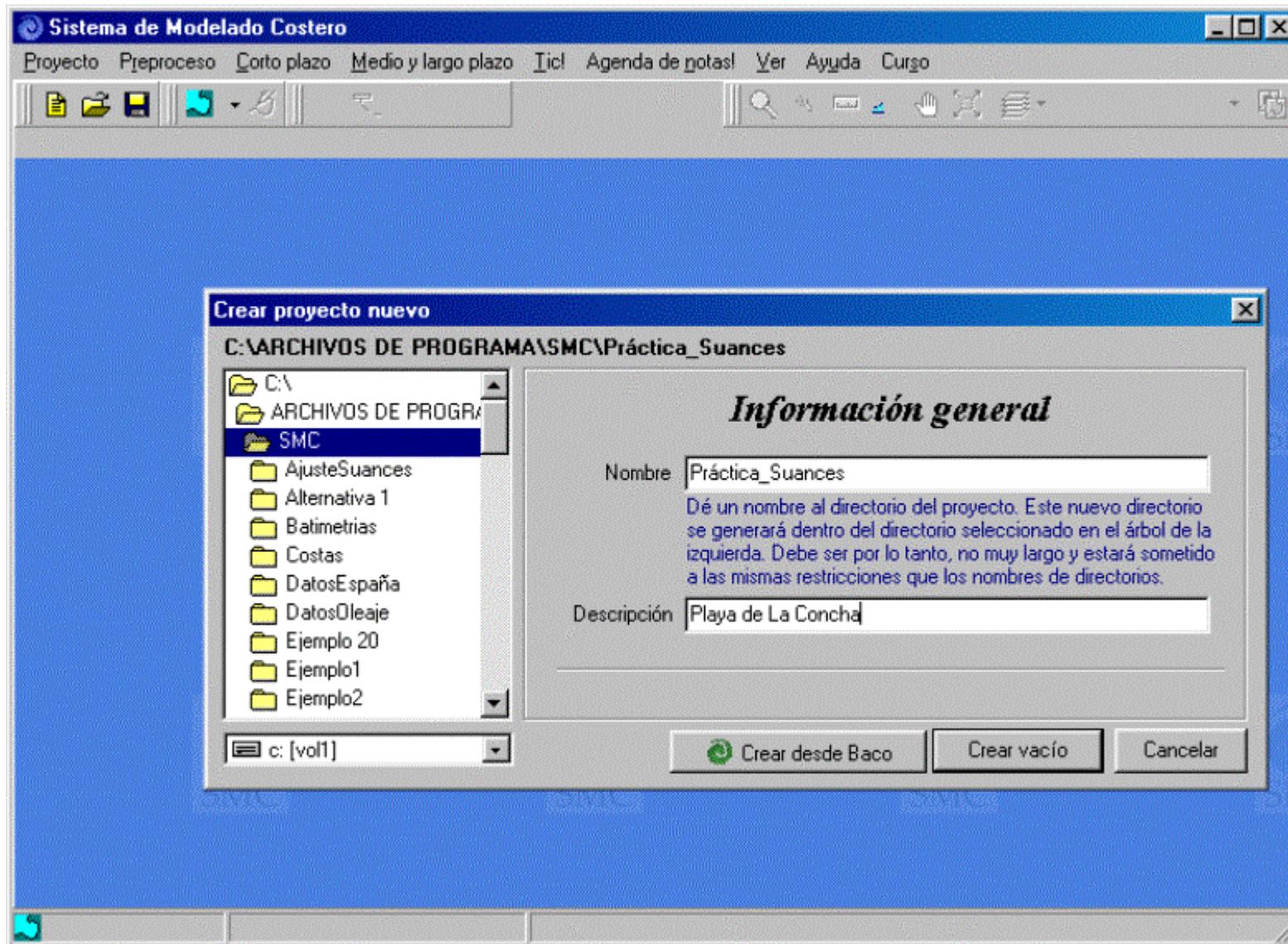


Figura 7.19

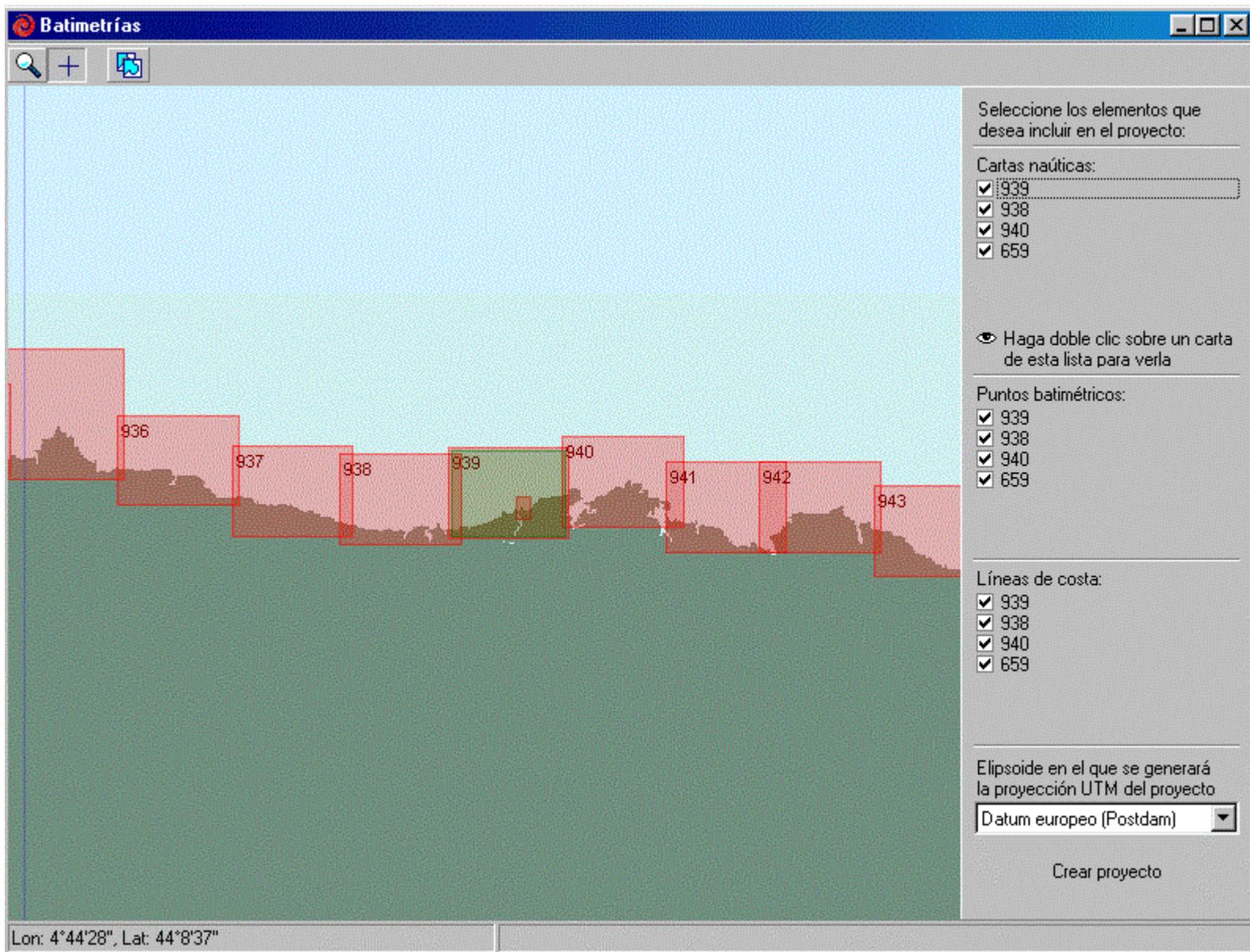


Figura 7.20



- Una vez seleccionada el área de trabajo (ver figura 7.20), los elementos incluidos dentro de ésta son los asociados a las cartas: 939, 938, 940 y 659. Sólo interesa la carta náutica 939, que es la zona general del área de interés y la 659, correspondiendo a la zona de Suances (hacer zoom sobre ésta para acercar la zona). Los puntos batimétricos necesarios son también los correspondientes a la 939 y la 659. En cuanto a las líneas de costa, sólo es necesario incluir la de detalle, la 659. Por lo tanto, hay que desactivar la selección de los otros elementos (ver figura 7.21). A continuación, hay que seleccionar como elipsoide de destino el Datum europeo (Postdam), porque más adelante dentro del SMC incluiremos una batimetría de detalle con este sistema de referencia.
- Una vez seleccionados los elementos deseados, pulsar sobre el botón de “Crear Proyecto”. En este momento, se está de nuevo dentro del SMC y se dispone de un proyecto que ha sido creado desde el programa Baco (ver figura 7.22). Este procedimiento puede tardar más o menos tiempo dependiendo de la memoria RAM del ordenador.
- Pulsar el botón del “Editor del plano de trabajo” y escribir dentro del campo de la descripción “Alternativa generada con Baco” (ver figura 7.23). También se puede verificar cuáles son los elementos que componen ésta. En la pestaña de polígonos se puede visualizar el polígono 939 y el 659. Estos polígonos, como ya se comentó anteriormente, contienen los puntos batimétricos de cada una de las cartas: la general (939) y la de Suances y Ría (659).
- Se pueden editar los polígonos. Seleccionar el polígono 939 y pulsar la opción de editar. Una vez dentro del editor del polígono 939 (ver figura 7.24), se puede comprobar como propiedad de éste, que ha sido creado con la opción de “Leer puntos de archivo XYZ”. Escribir en el campo de descripción “Polígono general”. A continuación, activar la opción de “ver puntos”. En ese momento, se visualizarán en color rojo los puntos del polígono. Para finalizar el trabajo en este editor pulsar el botón “Cerrar”.
- Realizar las mismas operaciones que en el apartado anterior, pero ahora con el polígono 659. Utilizar la herramienta de zoom rectangular para acercarse a este polígono. Escribir como descripción del polígono “Polígono Suances_Ría” (ver figura 7.25).
- Una vez visualizados los puntos de los polígonos, desactivar la opción de “Ver puntos” en los dos polígonos. Esto se hace con el fin de facilitar la visualización de otros elementos que veremos más adelante.

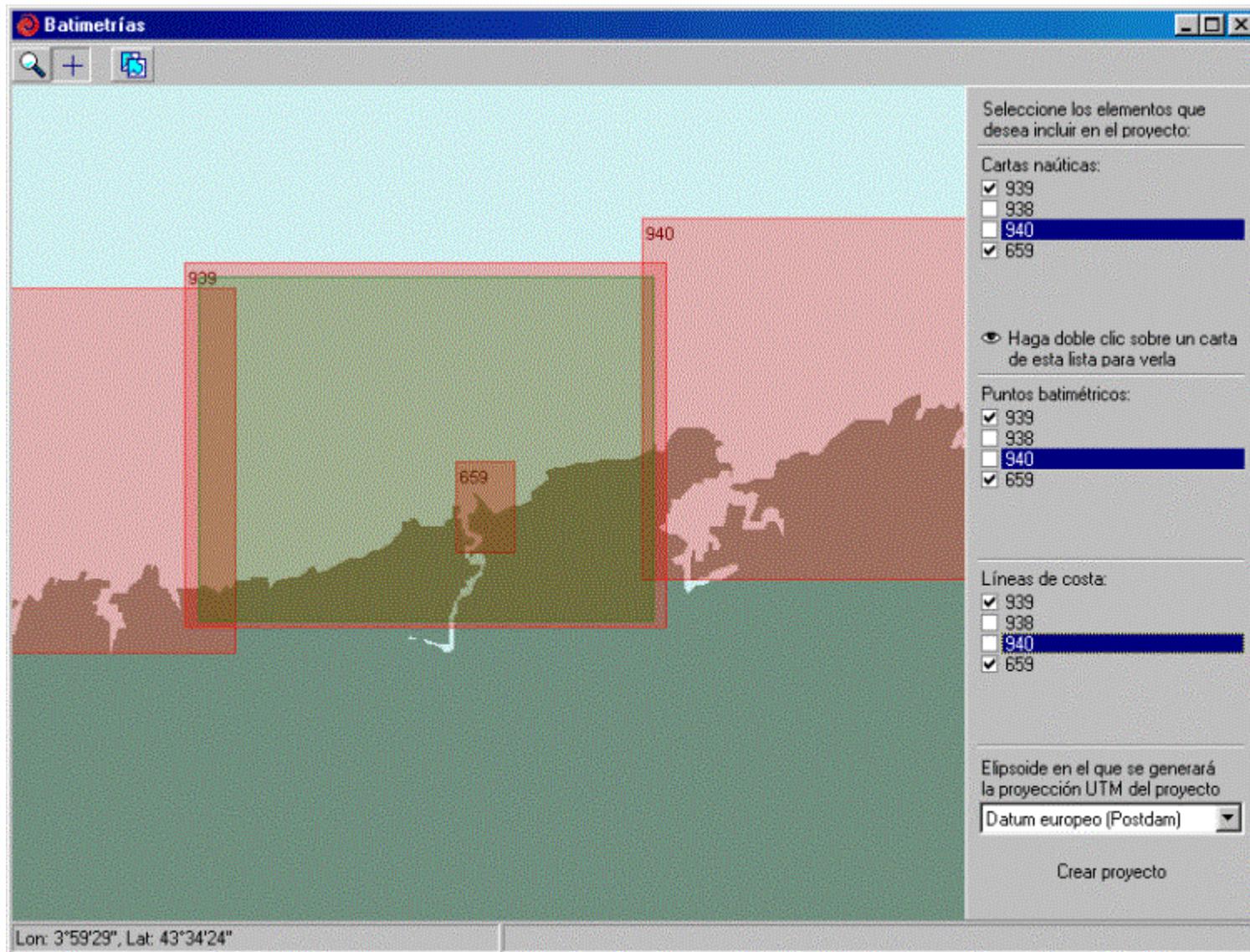


Figura 7.21

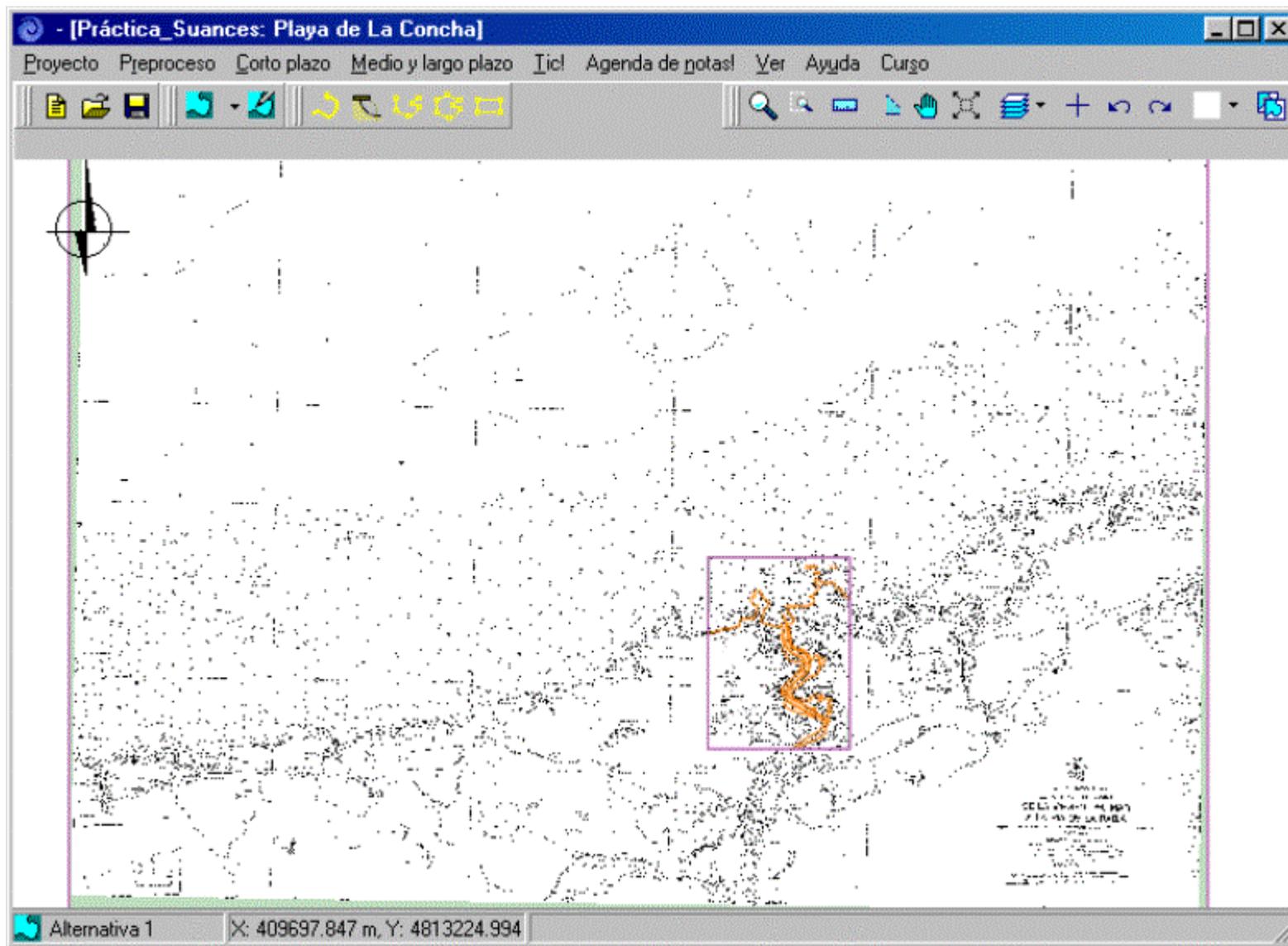


Figura 7.22

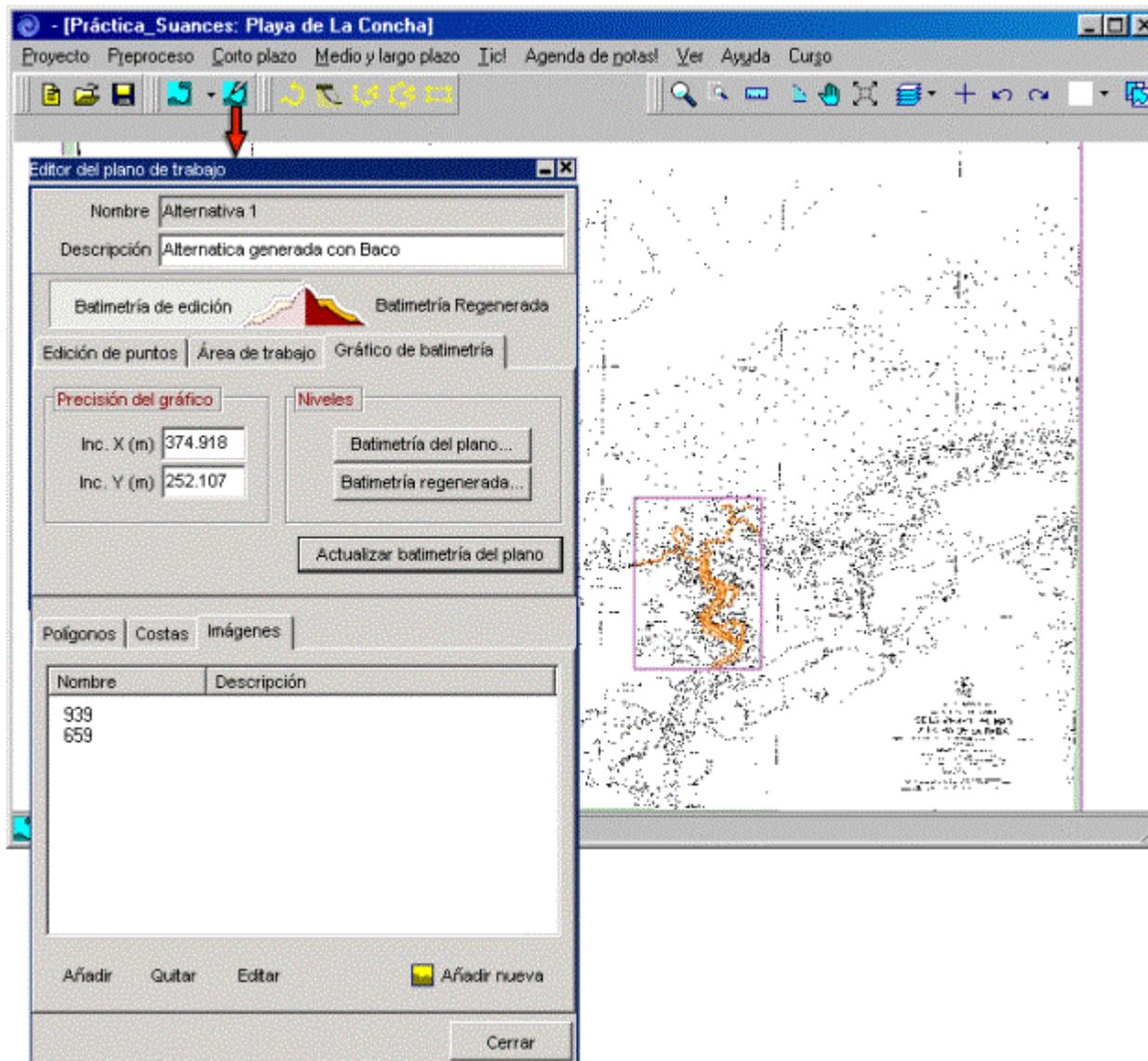


Figura 7.23

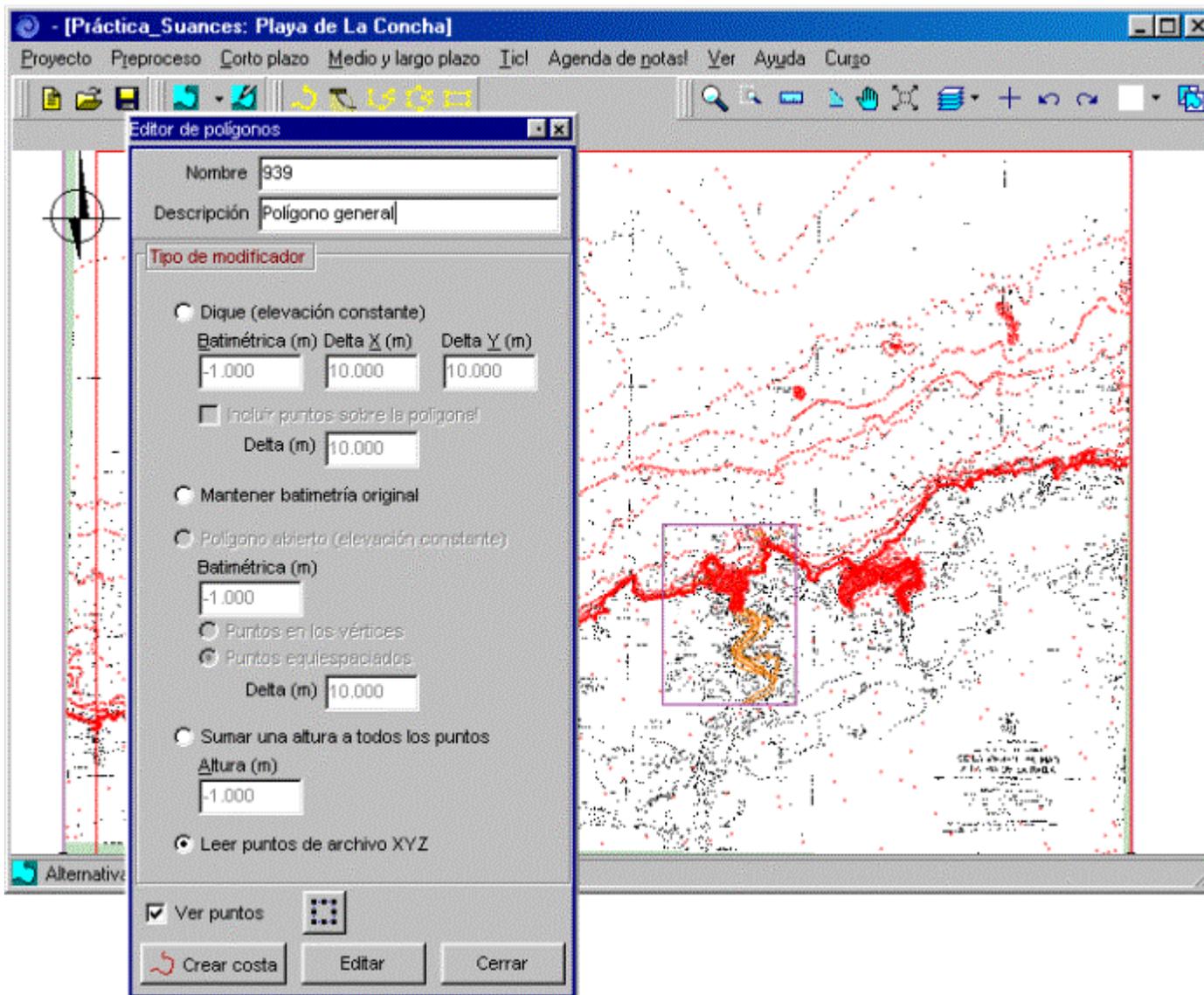


Figura 7.24

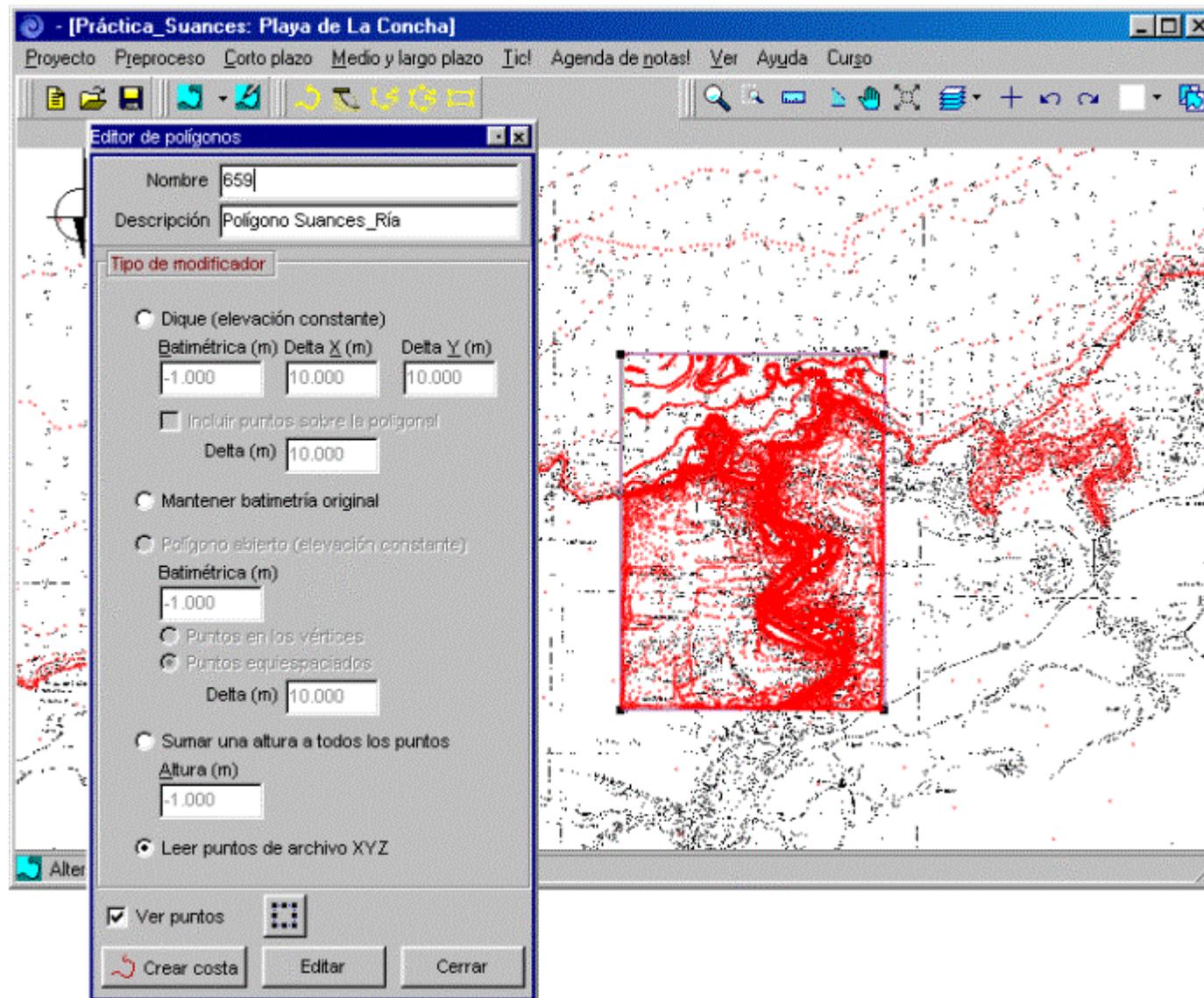


Figura 7.25



- A continuación, dentro del editor del plano de trabajo, ir a la pestaña de “Costas” (ver figura 7.26). Se observará que la costa correspondiente a la carta 659 está fragmentada en diez segmentos (659_Costa0 a 659_Costa9).
- Se procederá a editar el primero de estos segmentos y escribir, dentro de éste, la descripción de Costa0 (ver figura 7.27). Observar, cuando se edita este segmento de costa, que aparecen seleccionados los puntos pertenecientes al correspondiente segmento. A continuación, pulsar el botón “Cerrar”.
- Finalmente, ir, dentro del editor del plano de trabajo, a la pestaña de “Imágenes” (ver figura 7.28).
- Editar las dos imágenes, escribir como descripción para la Carta 939, “Imagen general” y para la Carta 659, Imagen Suances_Ría (ver figura 7.29). Salir pulsando “Cerrar” en estos editores.
- A continuación, se va a añadir una batimetría de detalle de la zona de la Playa de La Concha y la Ría. Previamente, utilizar la herramienta de zoom rectangular para ubicarnos en la zona de la playa y Ría de Suances (ver figura 7.30). Ir al editor del plano de trabajo, pulsar la pestaña de polígonos y presionar el botón de “Añadir nuevo”. Seleccionar en este instante la opción de “Asociado a batimetría XYZ”.
- A continuación, buscar el fichero BatimetriaDetalleSuances.xyz, el cual se encuentra ubicado en la siguiente dirección: c:\...\Smc\Suances_datos. Después de esta acción, aparecerá en la lista del editor del plano de trabajo, un polígono denominado “Polígono 1”.
- Editar el polígono generado (Polígono 1), rellenar el campo de descripción con “Polígono de detalle” y seleccionar la opción de “Ver puntos”. Realizar un zoom rectangular para poder visualizar los puntos de la batimetría de detalle de este polígono, tal como se muestra en la figura 7.31.
- Como paso siguiente, se va a realizar la regeneración del terreno. Hay que tener en cuenta que, el orden de los polígonos, debe ser tal que el último es el que va a determinar los puntos batimétricos correspondientes a su zona, pues se comienza a regenerar por el primer polígono presente en la lista. A continuación, pulsar el botón “Batimetría regenerada” en el editor del plano de trabajo.
- Una vez regenerado el terreno, ir a la barra de menús y seleccionar la opción de “Corto plazo” y, a continuación, la opción de “Planta (Mopla)”. Esta opción llama al programa Mopla. Comprobaremos en el gráfico del Mopla que en las esquinas del área de trabajo no se disponía de cotas batimétricas;

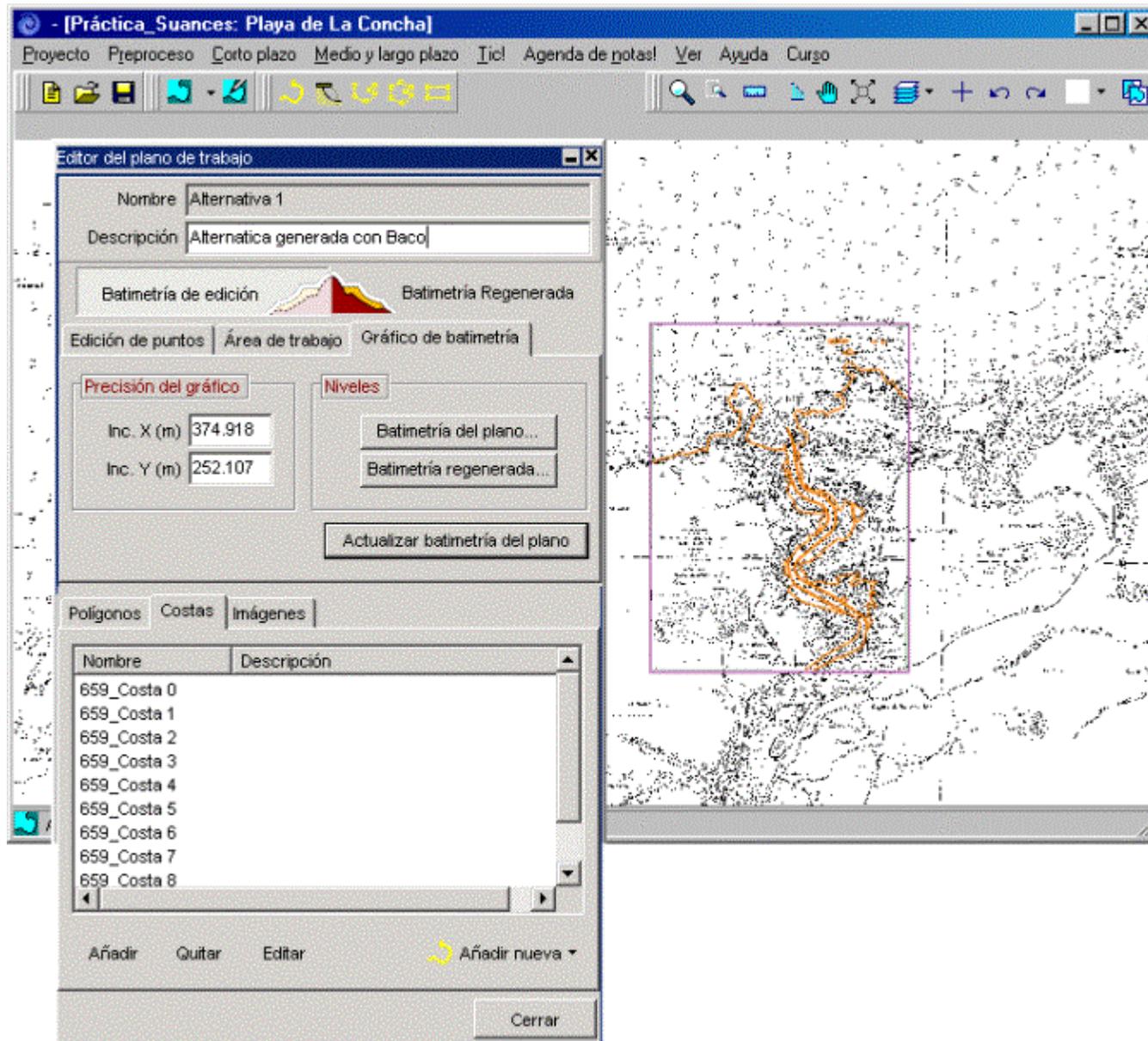


Figura 7.26

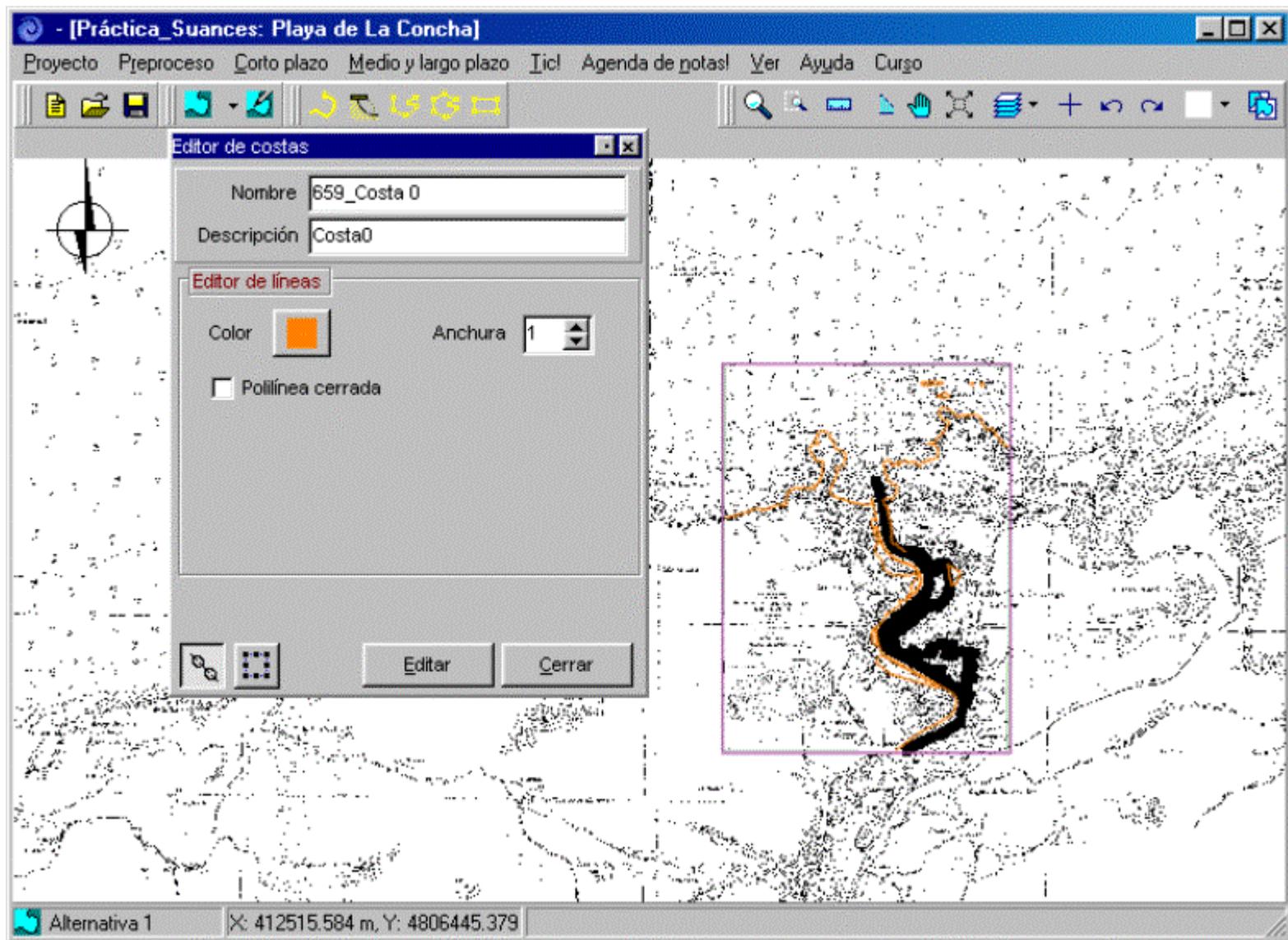


Figura 7.27

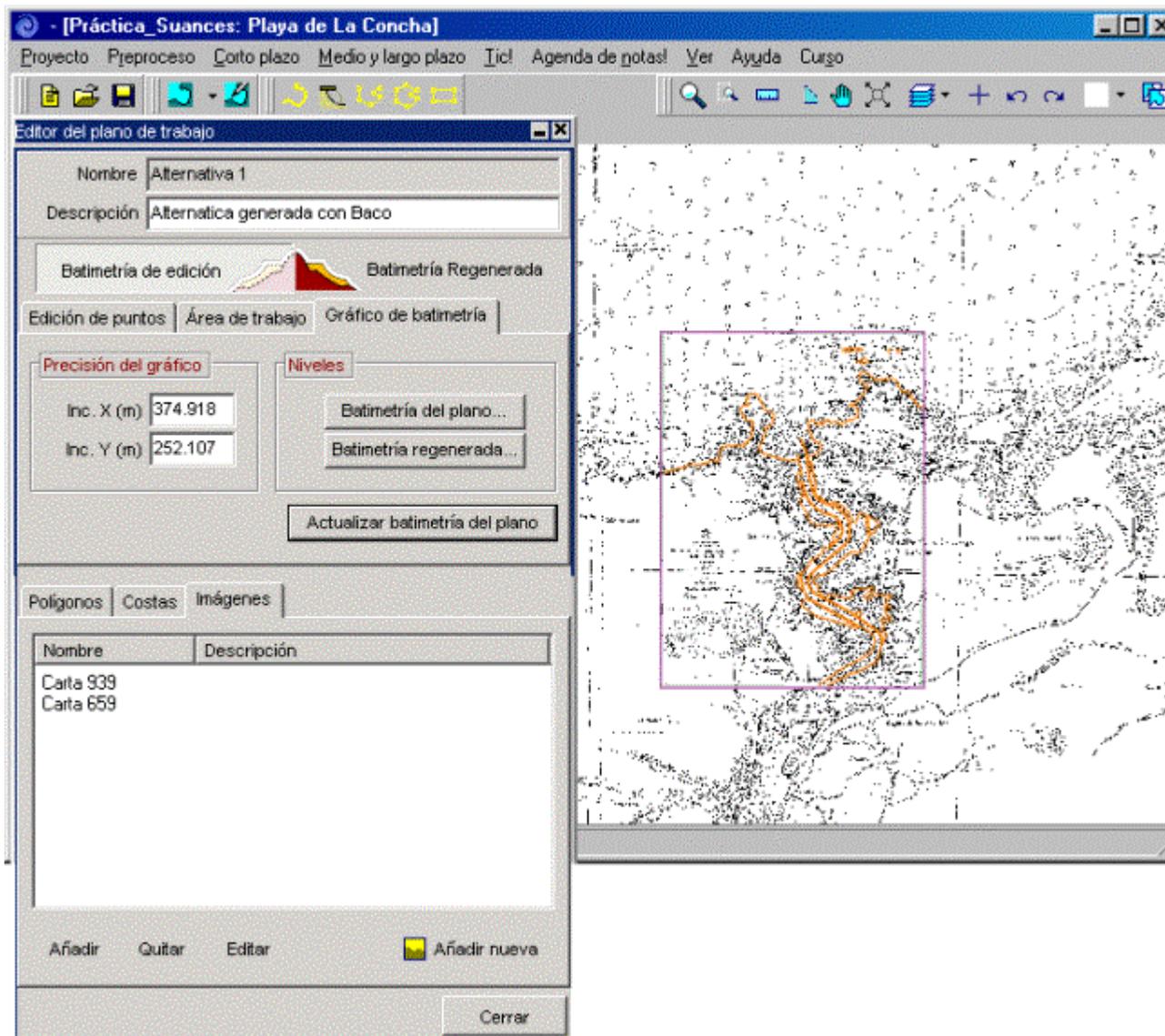


Figura 7.28

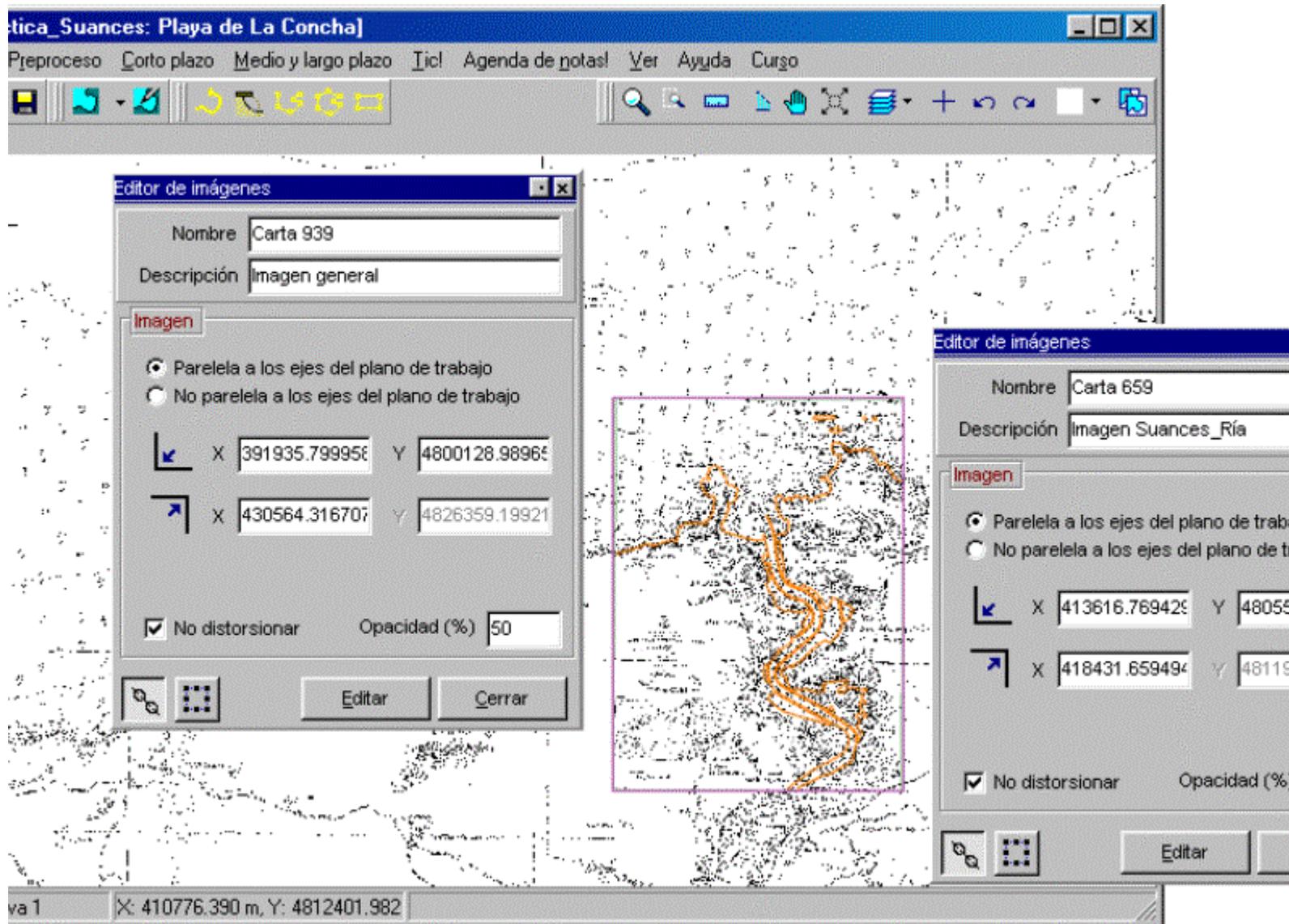


Figura 7.29

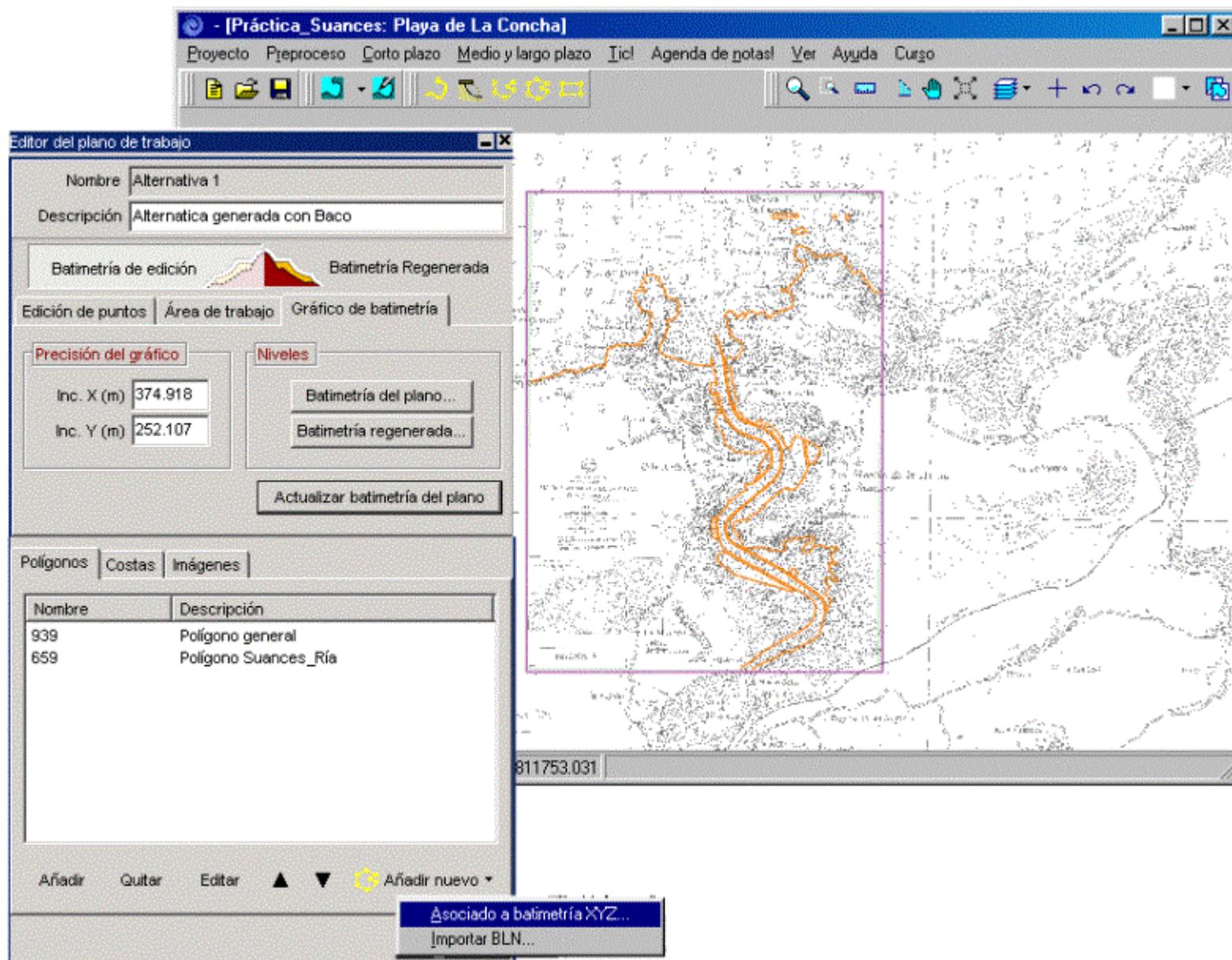


Figura 7.30



razón por la cual el dibujo no aparece bien definido en sus contornos. El Mopla crea este gráfico utilizando el método de triangulación, el cual no es capaz de extrapolar a aquellos puntos donde no se tienen datos.

- Para solucionar el problema anterior, cerrar el Mopla y volver al SMC. Es necesario asignar cotas a las cuatro esquinas del área de trabajo. Así pues, dentro del editor del plano de trabajo, pulsar el botón de “Batimetría de edición” e ir a la pestaña de “Área de trabajo”. Después, pulsar el botón de “Cotas en los extremos” y rellenar las cotas batimétricas, tal y como se observa en la figura 7.32. Posteriormente, activar el botón de “Incluir puntos en las esquinas”. Los valores propuestos son resultado de observar las cartas náuticas y visualizar en ellas las cotas batimétricas en las esquinas del área de trabajo. A continuación, de nuevo pulsar el botón “Batimetría regenerada”.
- Una vez regenerado el terreno, volver a ir, de nuevo, a la barra de menús y seleccionar la opción de “Corto plazo” y, a continuación, la opción de “Planta (Mopla)”. Esta opción volverá a llamar al programa Mopla (ver figura 7.33). Una vez que comprobamos qué batimetría hemos creado al regenerar, cerrar el programa Mopla y, de nuevo, volver al SMC.

7.2.4 Copiar batimetría regenerada e importar imagen (Alternativa 2)

Este caso muestra cómo incorporar una imagen, cuando se conocen las coordenadas UTM de sus esquinas. Este procedimiento se realizará a partir de copiar la batimetría regenerada de la alternativa 1 en una nueva alternativa, la alternativa 2.

- Lo primero que se debe hacer, es abrir el “control de alternativas”, seleccionar la opción de “Copiar alternativa activa” y luego, elegir la opción de “Batimetría regenerada”. Rellenar el campo de descripción de la alternativa 2 con “Imagen_Coordenadas” y pulsar el botón “Aceptar” (ver figura 7.34).
- Una vez que aparece la batimetría regenerada en el plano de trabajo (Alternativa 2), cerrar el “control de alternativas”.
- Realizar un zoom rectangular para ubicarnos en la proximidad de la Playa de La Concha. A continuación, para facilitar la visualización de la imagen que se

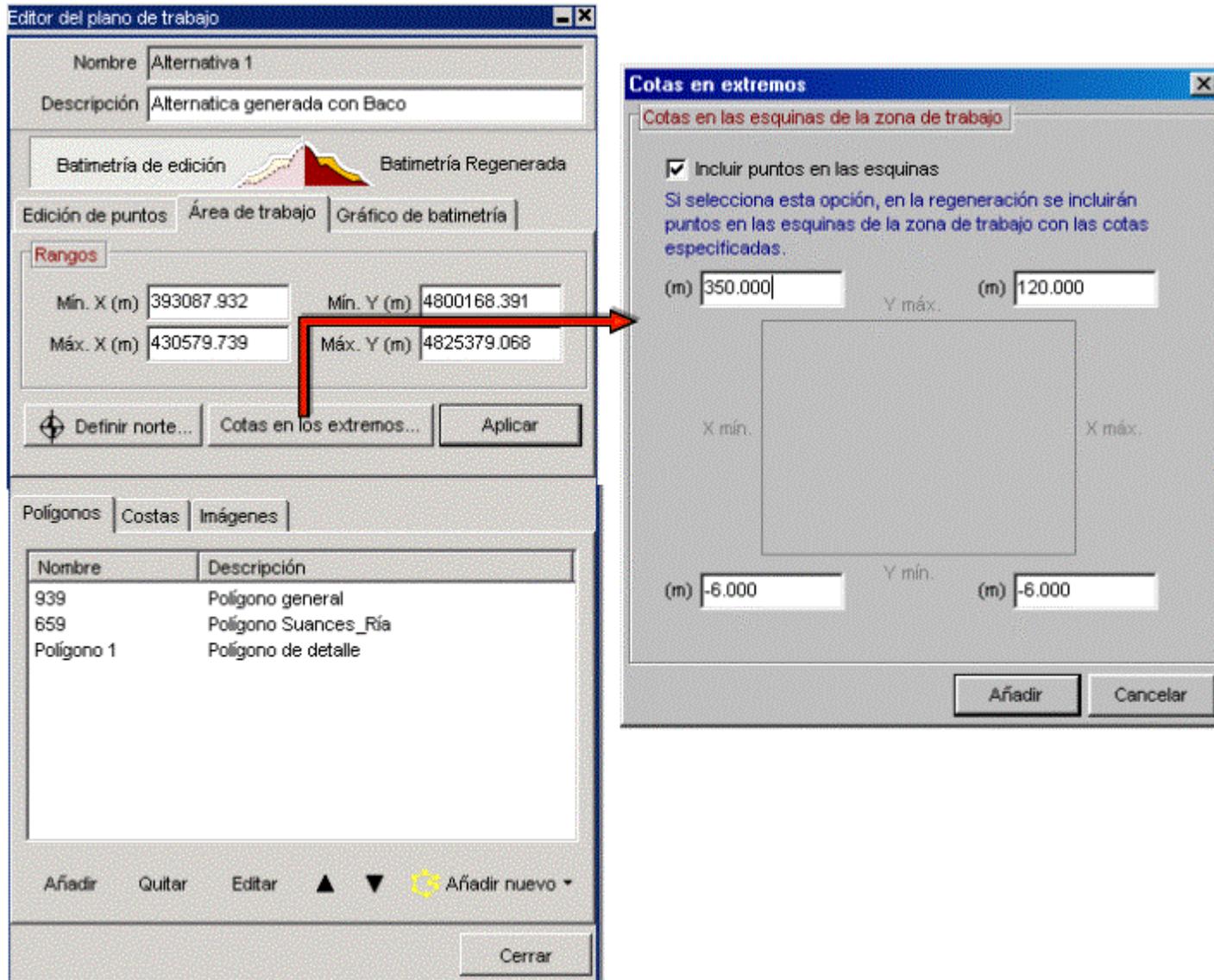


Figura 7.32

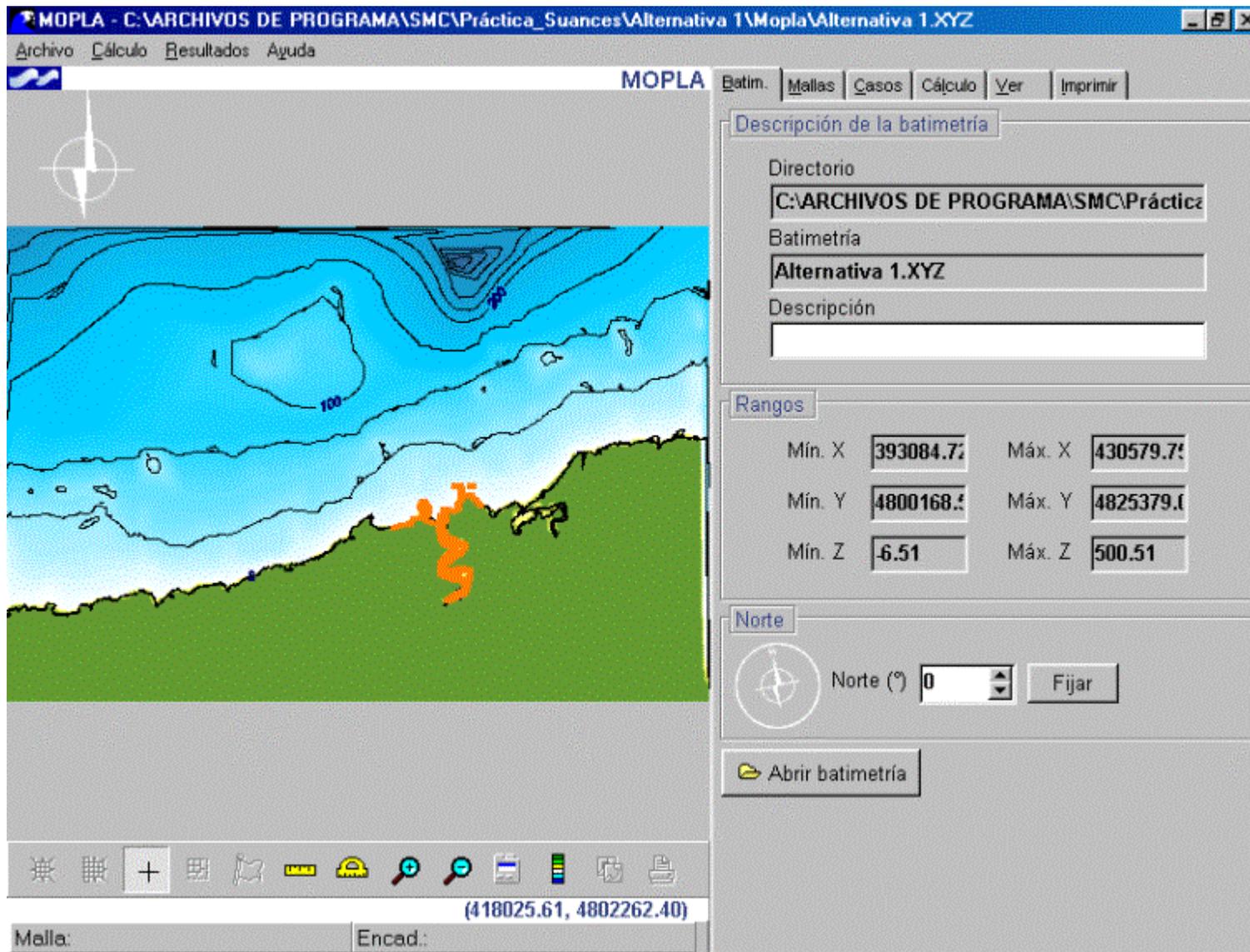


Figura 7.33

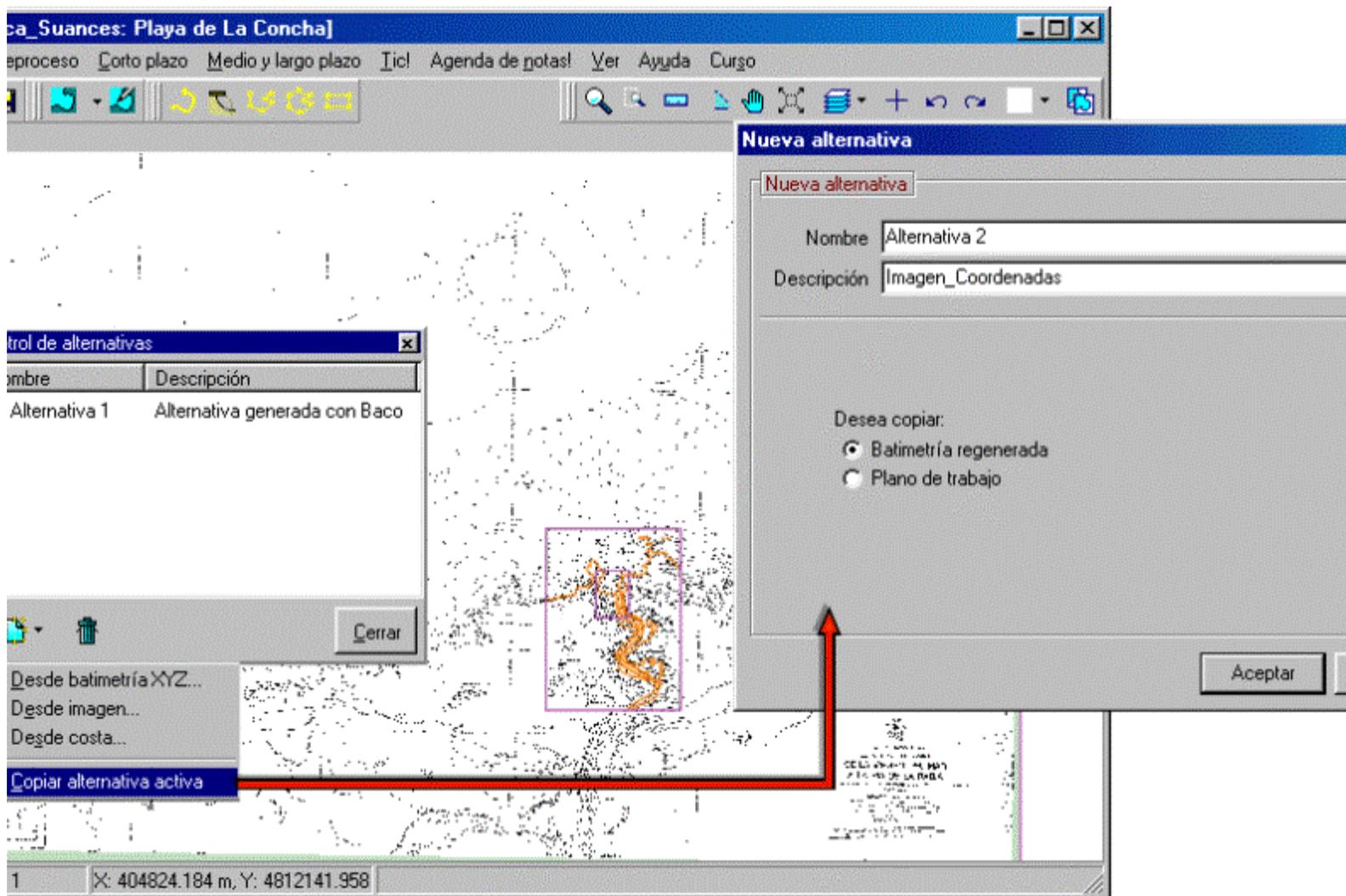


Figura 7.34



va a importar, vamos a prescindir de algunas de las imágenes que tenemos en el plano de trabajo, lo primero es desactivar la capa del “Gráfico de la batimetría base”, lo cual se consigue mediante el botón (12) de la figura 7.2. Como paso siguiente, vamos a quitar las imágenes de las cartas; para lograr esto, ir al editor del plano de trabajo, abrir la pestaña de imágenes y, situándose sobre cada una de ellas, pulsar el botón “Quitar”. En este momento, sólo podemos ver en el plano los puntos batimétricos de la batimetría regenerada (puntos en tierra en color verde y los puntos en agua en color azul).

- A continuación, se va a insertar la foto aérea de la zona. Pulsar el botón de “Añadir nueva”, luego pulsar “+ Añadir archivo imagen”, donde debemos buscar la imagen “FotoaéreaSuances.jpg” en la dirección: c:\...\Smc\Suances_datos.
- En el apartado de localización de la imagen, seleccionar la opción de “Orientación distinta a los ejes del plano de trabajo” y mantener activada la opción de “No permitir distorsión”. Posteriormente, rellenar las coordenadas UTM de las dos esquinas inferiores de la imagen, introducir los valores que se presentan en la figura 7.35. Finalmente, pulsar el botón “Seleccionar”.
- En la figura 7.36 aparecen la foto aérea y la costa superpuestas.
- Si abrimos el editor del plano de trabajo y pulsamos el botón “Batimetría de edición”, se visualizará la foto aérea y los puntos batimétricos (ver figura 7.37).
- A continuación, aplicaremos la herramienta de un perfil transversal sobre la batimetría base (botón (9) de la figura 7.2). Lo primero es trazar un perfil sobre la playa, comenzando en tierra y terminando en el mar (ver la figura 7.38). Posteriormente, dar una resolución de 200 puntos y pulsar el botón “Generar”. En este instante visualizaremos en pantalla el perfil de playa. Terminar pulsando “Cerrar”.

7.2.5 Crear una alternativa desde un archivo de costa dxf (Alternativa 3)

Esta alternativa se crea a partir de un fichero de costa con formato dxf, al cual se le ajustará posteriormente una imagen.

- Abrir el “control de alternativas” y en el botón de “Crear alternativa”, seleccionar la opción “Desde costa...”. Rellenar en la nueva ventana el campo de descripción con “Alternativa generada con dxf” (ver figura 7.39).

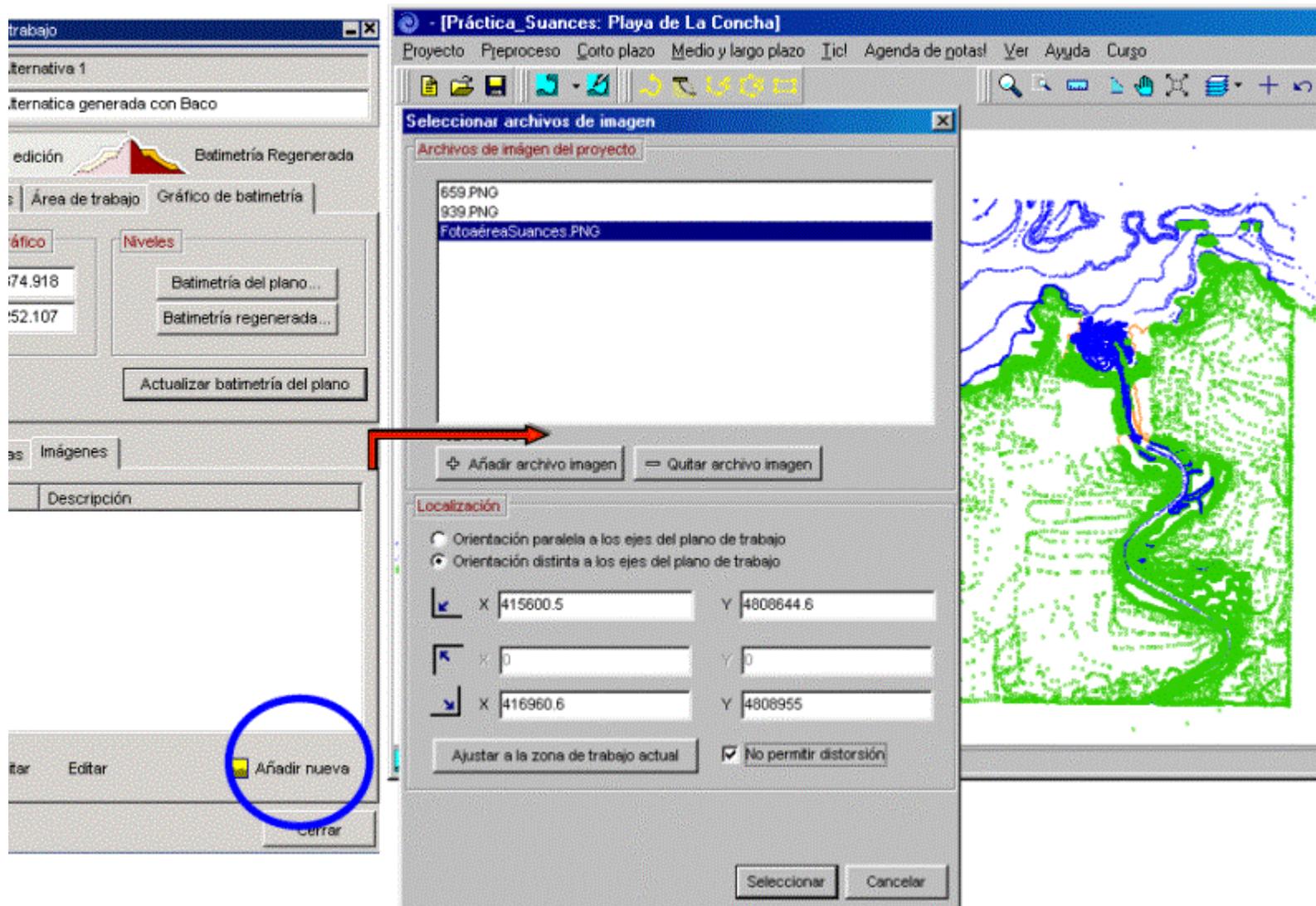


Figura 7.35

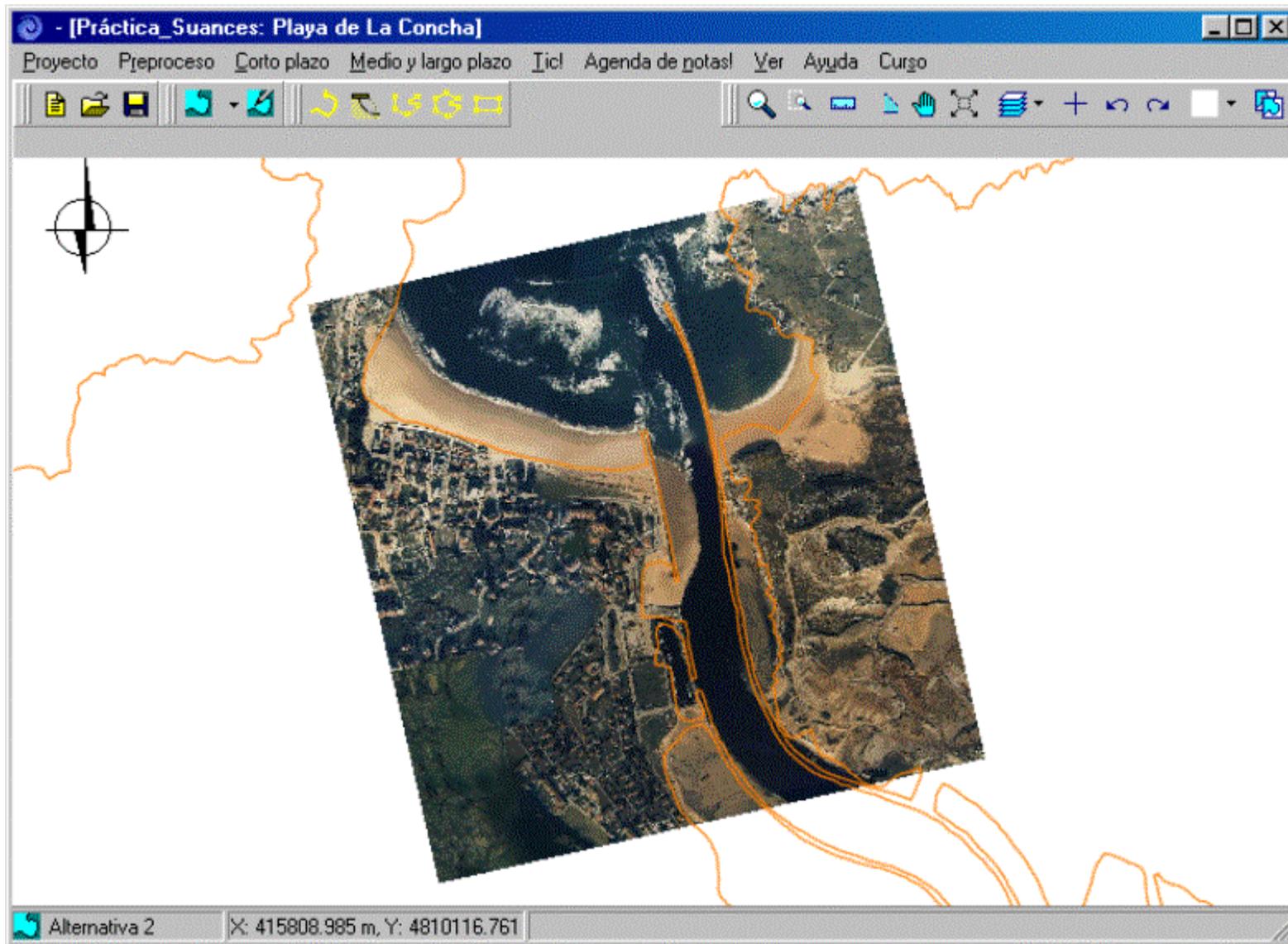


Figura 7.36

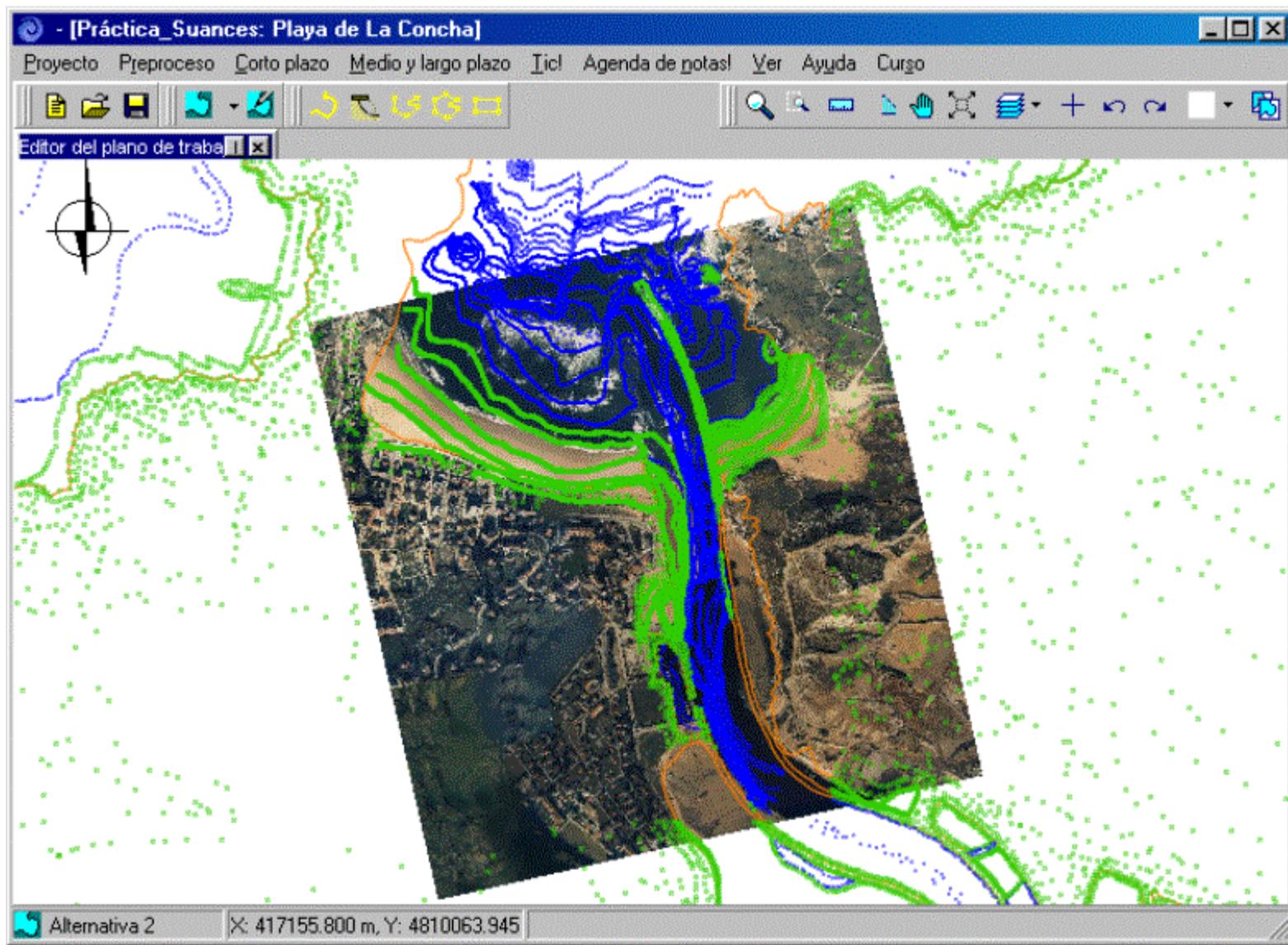


Figura 7.37

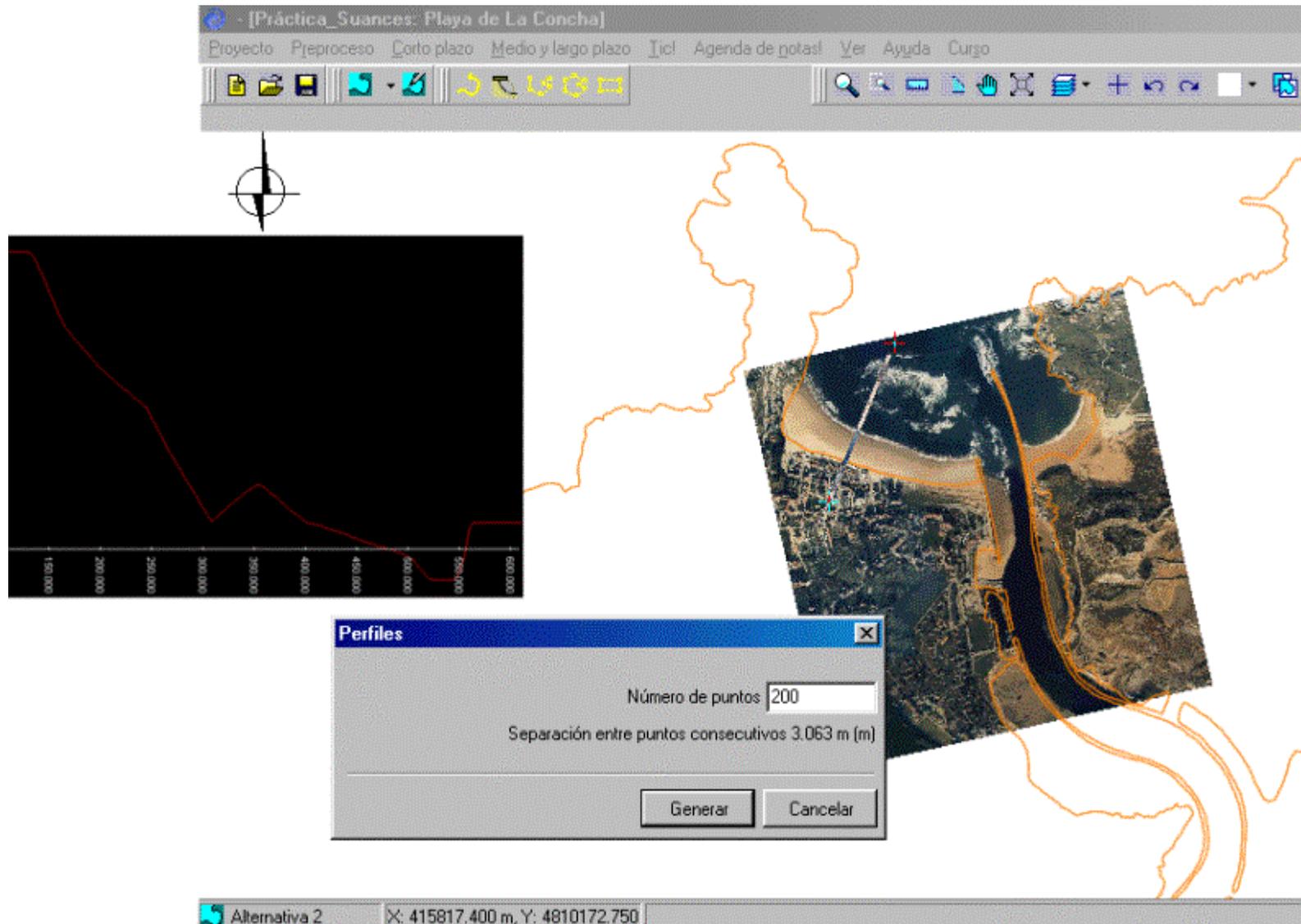


Figura 7.38

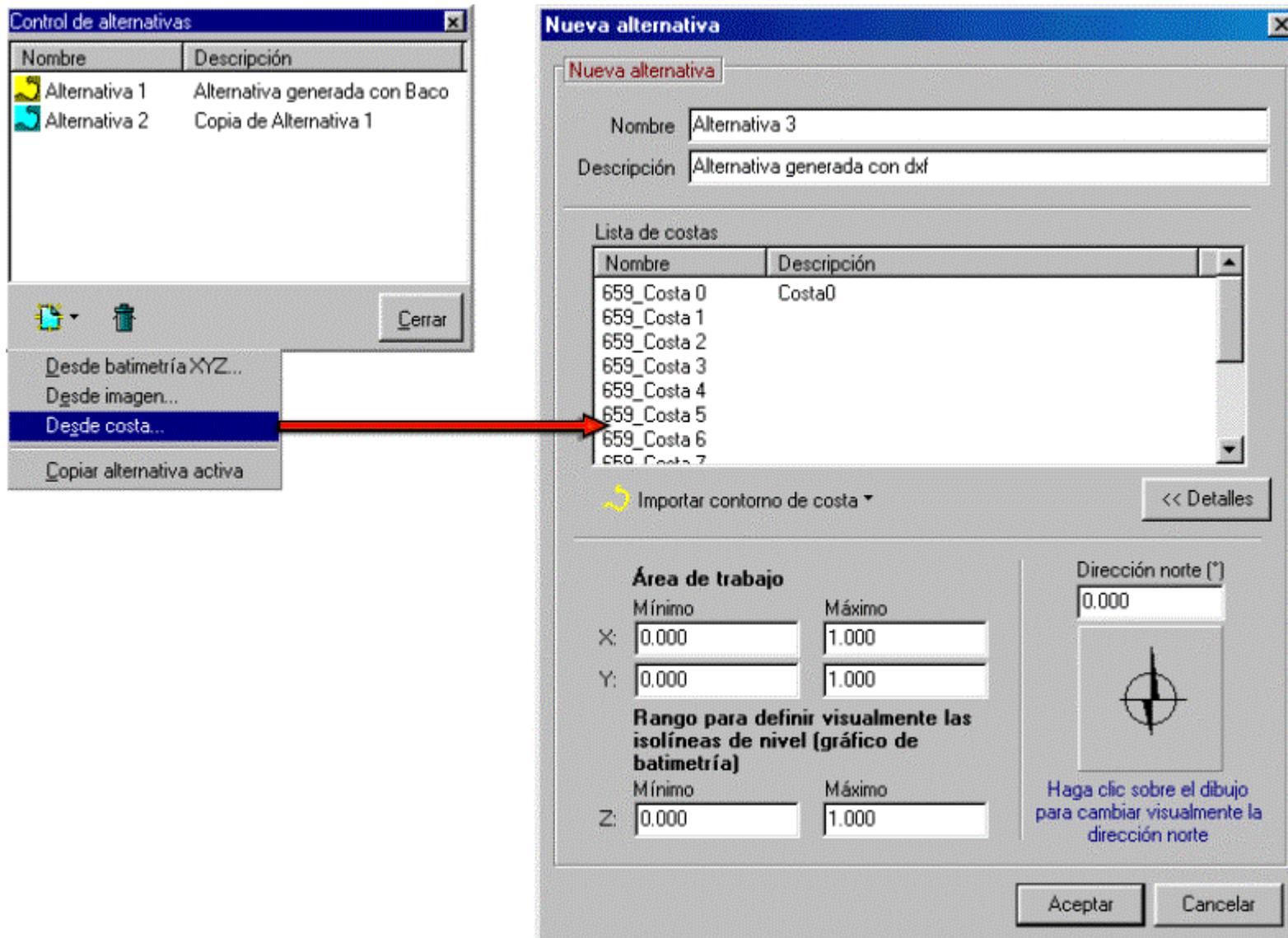


Figura 7.39



- Pulsar el botón de “Importar contorno de costa” y seleccionar “Importar dxf”.
- Buscar el archivo “CartografíaSuances.dxf” que se encuentra ubicado en la dirección c:\...\Smc\Suances_datos y volver a la ventana *Nueva alternativa*.
- A continuación, pulsar el botón “Detalles” donde se establece la dirección del Norte. En el caso propuesto no hay que modificarla. Seleccionar “Aceptar”, con lo cual obtenemos sobre el plano de la alternativa3 un contorno de costa a partir del archivo dxf.
- A continuación, vamos a incluir la foto aérea, para lo cual hay que ir al editor del plano de trabajo y, en la pestaña de Imágenes, seleccionar “Añadir nueva”. Buscar en la lista el fichero de la imagen utilizado en la alternativa 2 (ver figura 7.40). Sin embargo, ahora se va a suponer que se desconocen las coordenadas de las esquinas de la imagen y se le va a indicar la opción de “Ajustar a la zona de trabajo actual” y “No permitir distorsión”. Finalizar pulsando el botón “Seleccionar”.
- Ahora ir al editor de la imagen y escribir en el campo de nombre “Foto”. También se puede observar cuáles son las coordenadas que, de momento, se han introducido a las esquinas de la foto (ver figura 7.40).
- Hay que encajar la foto con la costa dxf; para lo cual, presionar el botón que se encuentra en la parte inferior del editor de imágenes y que sirve para rotar y desplazar la imagen (botón con un cuadrado en puntos). En la sección 6.9.3. del Manual del SMC, se describen los detalles de cómo mover y rotar una imagen. Al final, si el ajuste ha sido preciso, se podrá comprobar que las coordenadas de las esquinas coinciden con las introducidas en la alternativa 2. La imagen final se muestra en la figura 7.41.
- Para terminar el trabajo con el SMC, hay que ubicarse de nuevo en el menú principal, ir a la pestaña de “Proyecto”, seleccionar “Guardar proyecto” y posteriormente pulsar “Salir”.

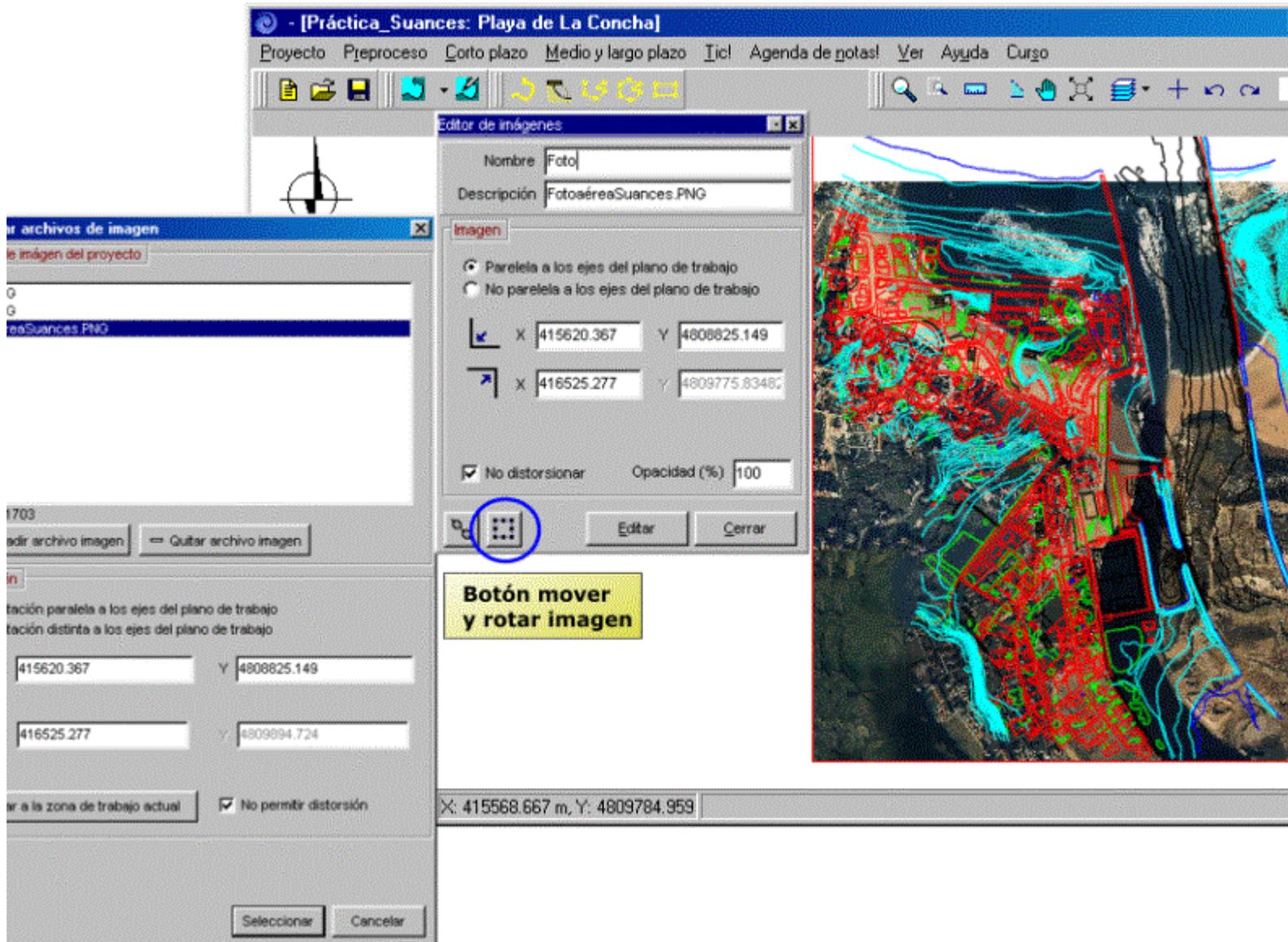


Figura 7.40

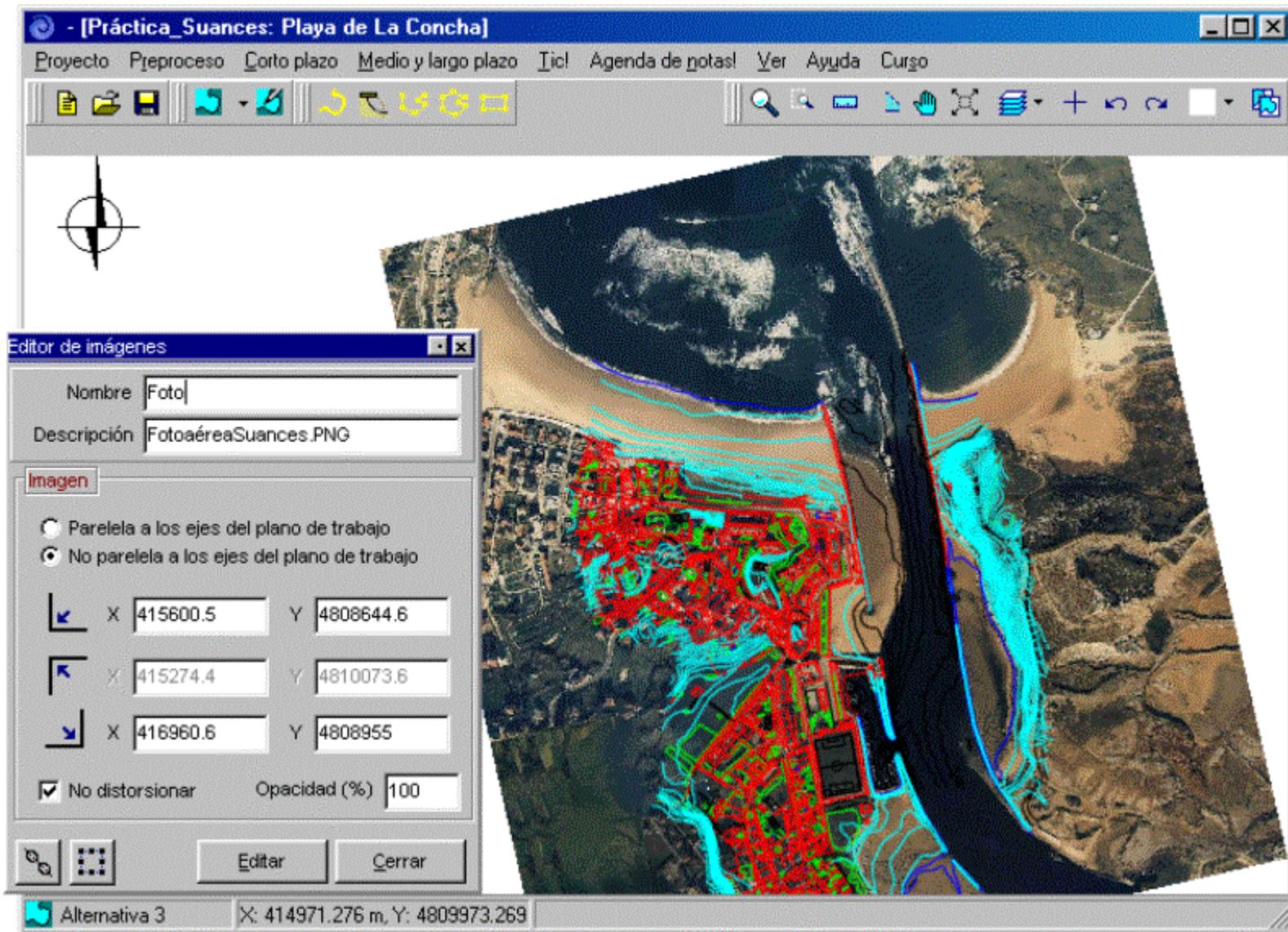


Figura 7.41

ANEJO I

 **ARCHIVOS DE ENTRADA AL SMC**

ARCHIVOS DE ENTRADA AL SMC

- **Archivo de batimetría XYZ:**

Este es un archivo tipo ASCII con 3 columnas de números reales, separadas únicamente por espacios. Los archivos con comas generan errores en el SMC.

```
X1   Y1   Z1
X2   Y2   Z2
X3   Y3   Z3
.
.
.
.
.
Xn   Yn   Zn
```

Este tipo de archivos son almacenados dentro del directorio del proyecto, en el subdirectorío denominado “batimetrías”.

- **Archivos de línea de costa**

Archivo de costa tipo (.BLN):*

Es un archivo en formato tipo ASCII, que almacena las coordenadas (x, y) de puntos en un contorno. El formato del archivo es el siguiente:

P	Tipo
X ₁ Y ₁	
X ₂ Y ₂	
X ₃ Y ₃	
X ₄ Y ₄	
.	
.	
.	
.	
X _p Y _p	

donde:

- P = entero con el número de puntos del contorno
- Tipo = entero que especifica si el contorno es abierto o cerrado (0 = abierto, 1 = cerrado) en este último caso el SMC une el primer punto con el último.

Cabe resaltar que en el archivo no existen separaciones por comas, únicamente espacios. Los archivos con comas generan errores en el programa.

Archivo tipo (*.Dxf):

Este archivo corresponde a un formato tipo AutoCad, correspondiente a una versión 12 ó superior (*.dxf). Es de resaltar que archivos demasiado grandes pueden ralentizar el sistema.

Los archivos asociados a un contorno de costa, son almacenados por el sistema dentro del directorio del proyecto, en un subdirectorío llamado “costas”.

- **Archivos de imágenes**

El sistema admite cualquiera de los siguientes formatos de imágenes:

- (1) *.BMP
- (2) *.JPG
- (3) *.PNG (True color)

El SMC internamente trabaja únicamente con archivos tipo PNG, cuando el sistema lee un archivo BMP ó JPG lo convierte en PNG y de la misma forma lo almacena en el subdirectorío de imágenes dentro del proyecto. Este formato de archivos tiene la ventaja de que es de libre circulación, además de que mantiene una buena calidad de imagen ocupando poco espacio de memoria en disco.