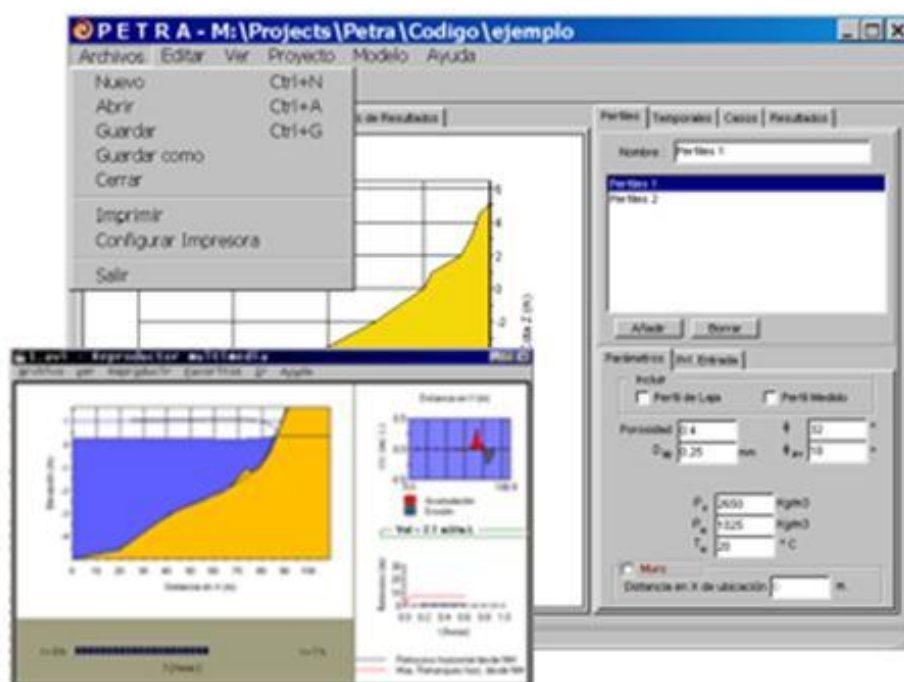


MODELO DE EVOLUÇÃO DO PERFIL TRANSVERSAL DE PRAIA



MANUAL DO USUÁRIO

Observação Jurídica

Nenhum dos participantes, nem as instituições as quais representam no desenvolvimento do SMC-Brasil, são responsáveis pela utilização dada a esta publicação.

A base de dados de ondas em águas profundas (GOW) e de níveis (GOT; GOS) incluída no SMC-Brasil são de propriedade do IH Cantabria. O SMC-Brasil permite o processamento e análise de tais dados ao longo da costa brasileira. Todavia, esses dados não estão disponíveis para os usuários do sistema, apenas o dado processado e analisado por cada usuário. O uso inadequado desses dados ou dos resultados obtidos a partir destes, bem como as ferramentas não são de responsabilidade do IH Cantabria ou do grupo que desenvolveu o projeto. Os usuários não podem utilizar técnicas de engenharia reversa, descompilar ou fazer o *download* da base de dados de ondas e níveis do *software* SMC-Brasil.

Contribuições e Desenvolvimento

Instituto de Hidráulica Ambiental da Cantabria (IH Cantabria)

Universidade da Cantabria

Instituição líder do projeto: Mauricio González (principal pesquisador do projeto), Raúl Medina, Omar Gutiérrez (coordenador do projeto), Nabil Kakeh, Cynthia Martínez, Roland Garnier, Lara Ruiz, Jara Martínez, Verónica Canovas, Laura Ribas de Almeida, Belén López, Fernando Méndez, Antonio Espejo, Melisa Menéndez, Ana Abascal, Sonia Castanedo.

Laboratório de Oceanografia Costeira - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Líder local do projeto: Antonio Henrique da Fontoura Klein (principal pesquisador do projeto), Clarissa Brelinger De Luca, Priscila Hoerbe Soares, Paula Gomes da Silva, Jonas Gomes Oliveira, Maiara Werner Pinto, Charline Dalinghaus, Caio Trajano Siqueira Salgado, Julia Gil dos Santos.

Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo (USP)

Líder local do projeto: Moyses Gonzalez Tessler (principal pesquisador do projeto), Samara Cazzoli y Goya.

Gerenciamento Costeiro – Ministério do Meio Ambiente (MMA)

Colaboradores: Márcia Regina Lima de Oliveira, Leila Swerts, Adélias Freires Bastos, Salomar Mafaldo de Amorim Júnior, Flávia Cabral Pereira, Bruna Teixeira Pandolpho da Costa e Silva e Mateus Pereira Rodrigues Borges.

Financiamento do projeto

Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID

Ministério do Meio Ambiente- MMA Brasil

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão/Secretaria de Patrimônio da União- MP-SPU Brasil.

Colaboração (Fornecimento de dados)

Marinha do Brasil

Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH)

Sumário

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	10
1. Introdução	11
1.1. O que é o SMC-Brasil?	11
1.1.1. Objetivo do SMC – Brasil.....	12
1.2. O que é o PETRA?	13
1.2.1. O que faz o PETRA?	13
1.3. Perfil do usuário e conhecimentos necessários	14
1.4. Estrutura global do PETRA.....	15
CAPÍTULO 2: ASPECTOS BÁSICOS DESTE MANUAL.....	16
2. Aspectos Básicos deste Manual.....	17
2.1. Objetivos e abrangência	17
2.2. Conteúdo.....	17
2.3. Convenções adotadas no Manual	17
CAPÍTULO 3: INSTALAÇÃO DO PETRA.....	19
3. Instalação do PETRA.....	20
3.1. <i>Hardware e Software</i> : Requisitos Mínimos	20
3.2. Instalação do programa.....	20
3.3. Desinstalando o PETRA.....	23
CAPÍTULO 4: INTERFACE GRÁFICA DO PETRA.....	24
4. Interface Gráfica do PETRA	25
4.1. Definições prévias	25
4.2. O que é um “projeto” dentro do PETRA?	25
4.3. Estrutura da interface gráfica.....	26
4.3.1. Ferramentas de arquivo.....	27
4.3.2. Ferramentas de visualização e edição.....	29
4.3.3. Ferramentas de ajuda	29
4.4. Estrutura dos elementos do projeto	30
4.4.1. Perfis	30
4.4.2. Temporais	33
4.4.3. Casos	36
4.4.4. Resultados	38
4.4.5. Animação da simulação.....	39
CAPÍTULO 5: APLICAÇÃO DO PETRA	41
5. Aplicação do PETRA	42

MANUAL DO USUÁRIO – PETRA

Sumário

5.1.	Objetivo	42
5.2.	Estudos de Caso	42
5.3.	Aplicação I: Perfil teórico de declividade uniforme	42
5.3.1.	Abrir o programa PETRA.....	44
5.3.2.	Criar um perfil com o editor	46
5.3.3.	Criar um novo projeto	48
5.3.4.	Definição das séries temporais.....	48
5.3.5.	Definição de casos	50
5.3.6.	Execução dos casos.....	51
5.3.7.	Visualizar resultados	54
5.3.8.	Imprimir resultados	57
5.3.9.	Copiar elementos	59
5.4.	Aplicação II: Praia de La Concha, Suances (Cantabria)	59
5.4.1.	Obtenção do perfil	60
5.4.2.	Cálculo do temporal.....	61
5.4.3.	Simulação com o PETRA	64
CAPÍTULO 6: REFERÊNCIAS		66

Lista de Figura

Figura 1 – Estrutura do SMC-Brasil.	12
Figura 2 – Modelos numéricos do SMC.	13
Figura 3 – Executar como administrador.....	21
Figura 4 – Comando para achar o caminho da pasta PETRA.....	22
Figura 5 – Arquivos .ocx na pasta do PETRA.	22
Figura 6 – Registro do controle OLCH2X32.OCX.	23
Figura 7 – Registro do controle OLCH3X32.OCX.	23
Figura 8 – Estrutura do projeto PETRA. P = Perfil; T = Temporal.	26
Figura 9 – Interface PETRA.	27
Figura 10 – Ferramentas do PETRA.....	28
Figura 11 – Ferramenta “Ajuda” do programa PETRA.	30
Figura 12 – Ferramenta Perfis/Perfis de Entrada.	31
Figura 13 – Dados de entrada em formato ASCII.	32
Figura 14 – Ferramenta Perfis/Parâmetros.	33
Figura 15 – Ferramenta Temporais/Estado de Mar.....	34
Figura 16 – Ferramenta Temporais/Maré Astronômica.....	35
Figura 17 – Ferramenta Temporais/Parâmetros.	36
Figura 18 – Ferramenta Casos/Casos e Modelos.	37
Figura 19 – Ferramenta Casos/Parâmetros Avançados.....	38
Figura 20 – Representações gráficas do PETRA.	39
Figura 21 – Naimação do perfil gerado dentro do projeto no PETRA.....	40
Figura 22 – Perfil teórico criado no modelo PETRA.	44
Figura 23 – Iniciando o programa PETRA.....	45
Figura 24 – Página inicial do PETRA.	46
Figura 25 – Editor de perfis do PETRA.	47
Figura 26 – Parâmetros do perfil teórico.	47
Figura 27 – Aslvando o projeto criado.....	48
Figura 28 – Parâmetros e aspectos dos temporais criados - Temporal A.	49
Figura 29 – Parâmetros e aspecto dos temporais criados - Temporal B.	50
Figura 30 – Casos gerados a partir dos temporais A e B.	51
Figura 31 – Passo a passo para execução dos casos.	52
Figura 32 – Animação da execução do caso A.	53
Figura 33 – Diretório onde se encontra as animações geradas para os casos executados.	54
Figura 34 – Resultado da evolução da altura significativa de onda para o caso B.	55

Figura 35 – Resultado do transporte de sedimentos para o caso B.	55
Figura 36 – Resultado da evolução do perfil para o caso B.	56
Figura 37 – Resultado da retração da linha de costa para o caso B.	57
Figura 38 – Exemplo de gráfico impresso.	58
Figura 39 – Imagem da praia de La Concha.	59
Figura 40 – Processo para definição de um perfil.	60
Figura 41 – Propagação das ondas na praia de La Concha.	62
Figura 42 – Resultado das frentes de ondas propagadas.	63
Figura 43 – Resultado das alturas de ondas propagadas.	63
Figura 44 – Carregar o perfil criado para a interface PETRA.	64
Figura 45 – Evolução morfológica da praia La Concha gerada no programa PETRA.	65

Lista de Abreviaturas

AECID – Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento

AMEVA – Análise Matemática e Estatística de Variáveis Ambientais

IH – Instituto Hidráulico

MC – Modelo de Ondas Monocromáticas

MM – Maré Meteorológica

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MOPLA – Modelo de Morfodinâmica de Praias

NMM – Nível Médio do Mar

NNE – Norte - Nordeste

NNW – Norte - Noroeste

OLUCA – Modelo de Propagação de Ondas em Praias

PETRA – Modelo de Perfil Transversal de Praias

SMC – *Sistema de Modelado Costero* / Sistema de Modelagem Costeira

SP – Modelo de ondas Espectrais

SPU – Secretaria do Patrimônio da União

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

USP – Universidade de São Paulo

Lista de Símbolos

- D_{50} – Tamanho médio de sedimento
 h – Horas
 H_s – Altura Significativa de onda
 K_1 – Componente Luni-Solar Diurna
 K_2 - Componente Luni-Solar Semidiurna
 M_1 - Componente Lunar Elíptica Menor Diurna
 M_2 – Componente Lunar Principal Semidiurna
 M_4 – Componente Lunar Principal Quadiurna
 N_2 - Componente Lunar Elíptica Maior Semidiurna
 O_1 – Componente Lunar Principal Diurna
 P_1 – Componente Solar Principal Diurna
 S_2 – Componente Solar Principal Semidiurna
 S_4 – Componente Solar Principal Quadiurna
 t – Tempo
 T – Período
 T_p – Período de Pico da onda
 T_w – Temperatura da água
 Z_{nm} – Cota no Nível do Mar
 θ – Direção da onda
 ρ_s – Densidade do sedimento
 ρ_w – Densidade da água
 Φ – Ângulo de atrito interno do sedimento

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1. Introdução

1.1. O que é o SMC-Brasil?

O Sistema de Modelagem Costeira do Brasil (SMC-Brasil) é uma ferramenta computacional que combina metodologias de trabalho, bases de dados de cartas náuticas e modelos numéricos orientados para o estudo e/ou solução de problemas na zona costeira. As metodologias permitem abordar o estudo de um problema de forma sistemática (Quais dados de entrada são necessários? Quais escalas de processos analisar? Que modelo aplicar? Etc.) As ferramentas do SMC-Brasil podem ser divididas em duas: **(1) o SMC Tools** que inclui uma base de dados de batimetria, ondas e nível do mar; além de ter duas ferramentas de processamento de dados integradas, uma para realizar a análise estatística das variáveis ambientais, e outra ferramenta que permite realizar a transferência de uma série de ondas a partir de profundidades indefinidas para pontos na costa; e **(2) o Sistema de Modelagem Costeira (SMC)** propriamente dito, que integra uma série de modelos numéricos, que permitem dar um suporte prático à correta aplicação da metodologia de trabalho proposta nos Documentos Temáticos (Figura 1).

O SMC foi inicialmente desenvolvido pelo Instituto Hidráulico Ambiental da Cantabria (IH Cantabria) da Universidade da Cantabria, com o apoio da Diretoria Geral de Costas do Ministério do Meio Ambiente da Espanha. O sistema foi adaptado e transferido para a administração pública brasileira através do projeto intitulado “Transferência de metodologias e ferramentas de apoio à gestão da costa brasileira”. Projeto desenvolvido com a colaboração internacional de várias entidades nomeadas a seguir: A Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID), Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA), Secretaria do Patrimônio da União (SPU), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o Instituto de Hidráulica Ambiental da Universidade da Cantabria.

O SMC também foi transferido a diferentes países do mundo (Colômbia, Taiwan, Tunísia, etc.), sendo que a versão brasileira inclui novos desenvolvimentos, graças aos avanços científicos na engenharia costeira e aos avanços na informática nos últimos anos que permitiram criar uma versão mais avançada e prática.

1.1.1. Objetivo do SMC – Brasil

O objetivo básico do SMC-Brasil é proporcionar metodologias de trabalho e uma ferramenta numérica no campo da engenharia costeira que facilite aos técnicos a elaboração de estudos passo a passo, aplicando-as com auxílio dos Documentos Temáticos. Busca-se, através da unificação de critérios técnicos e da organização sistemática dos modelos numéricos, que os técnicos aumentem a qualidade de seus estudos e, desta forma, aumentem a confiabilidade de suas decisões.

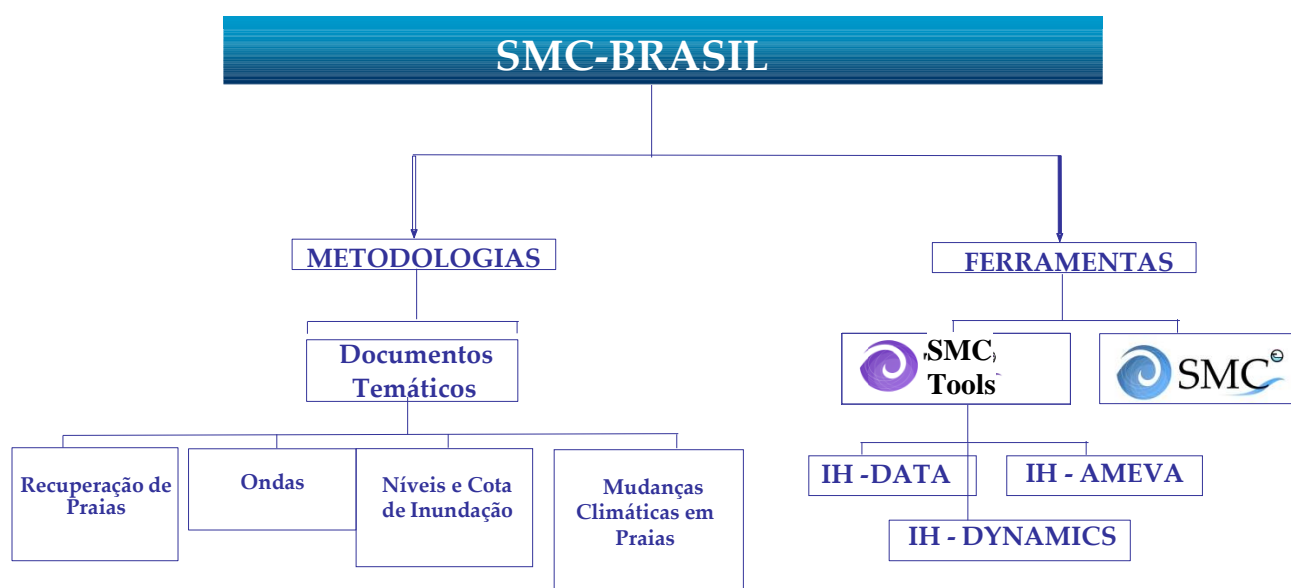


Figura 1 – Estrutura do SMC-Brasil.

Na Figura 2 é possível verificar a representação esquemática dos modelos numéricos do SMC.

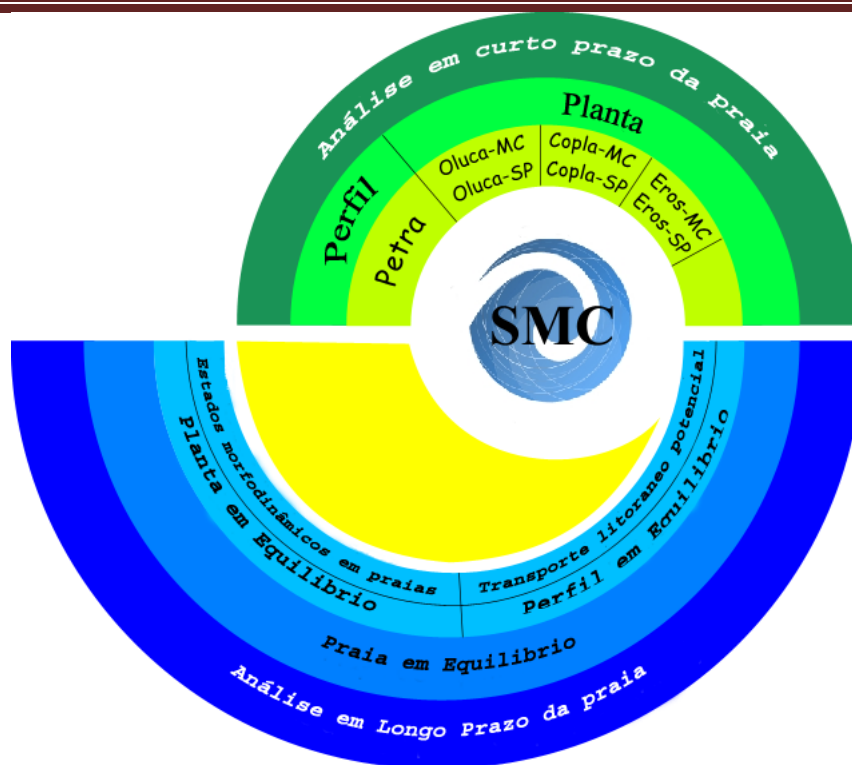


Figura 2 – Modelos numéricos do SMC.

1.2. O que é o PETRA?

O programa PETRA é um modelo numérico de evolução morfológica do **Perfil transversal** de praias dotado de uma interface gráfica de fácil utilização. Este manual visa descrever essa interface gráfica, bem como seu modo de uso. O programa PETRA faz parte das ferramentas de análise do modelo de Análise de Curto Prazo da praia (ver Figura 2).

O objetivo básico da interface gráfica do PETRA é fornecer uma ferramenta numérica fácil de usar e que permita conhecer a resposta do perfil da praia diante de um evento de temporal em termos de retração da linha de costa e da forma final do perfil.

1.2.1. O que faz o PETRA?

O modelo PETRA é uma ferramenta que permite a realização de várias tarefas relacionadas com a evolução do perfil de uma praia. Segue abaixo algumas delas:

- Criar ou abrir um projeto de trabalho associado a uma área de estudo na costa que consista de vários perfis. O projeto gerencia toda informação

gerada no âmbito do estudo, armazenando-a de forma estruturada em diretórios hierarquizados. Um projeto pode ser criado a partir das características dos perfis (batimetria e sedimento) e temporais a que será submetido.

- Dentro do projeto de trabalho podem ser definidos os casos formados por combinações de perfis e temporais. Para cada um deles a execução do PETRA produz resultados que podem ser visualizados:

- Em tempo real: Gera uma animação com a evolução morfológica do perfil, da altura da onda ao longo do perfil e da retração da linha da costa;

- *A posteriori*: Usando a informação gerada na execução, o modelo incorpora ao projeto de trabalho os resultados da simulação, oferecendo a possibilidade de visualizar gráficos de evolução das magnitudes hidrodinâmicas calculadas, a variação da batimetria do perfil e a evolução temporal de retração da linha da costa.

- Permite imprimir os resultados das simulações de um projeto.

1.3. Perfil do usuário e conhecimentos necessários

O modelo PETRA é uma ferramenta numérica orientada especificamente para Engenheiros, Técnicos e Pesquisadores que desenvolvem sua atividade na área costeira. Para uma correta aplicação do PETRA o usuário necessita de alguns conhecimentos mínimos, tanto de processos litorâneos como da metodologia de estudo proposta nos Documentos Temáticos. A seguir estão resumidos alguns destes requisitos:

1. O usuário deve estar familiarizado com as diferentes dinâmicas marinhas e sua interação com elementos morfológicos costeiros, obras e meio ambiente. O que significa que deve entender claramente os processos morfodinâmicos envolvidos na zona costeira.

2. O usuário deve conhecer as metodologias de estudo e os elementos necessários para realizar as diferentes atuações descritas nos Documentos Temáticos. *É importante destacar que o PETRA é uma ferramenta computacional associada a estas metodologias.*

3. Também deve estar familiarizado com os manuais de referência e do usuário do PETRA, bem como com seu uso. O usuário deve estar ciente das limitações impostas pelas hipóteses e escalas de aplicação em que se fundamentam estes modelos, bem como da correta interpretação dos resultados. O modelo PETRA faz parte das ferramentas de curto prazo para a fase de desenho de projetos em praias.

4. O usuário deve ter algum conhecimento mínimo na utilização de ambientes do Windows, que lhe permita operar o sistema do PETRA.

1.4. Estrutura global do PETRA

A estrutura global do modelo PETRA permite a análise da praia em curto prazo e de forma simples. É possível simular a evolução morfológica de uma praia em diversos temporais. A praia pode ser dividida em perfis ou ao longo de transectos representativos ao longo dela mesma.

Esta estrutura de perfis e temporais é especificada na definição de um projeto de trabalho associado à área de estudo na costa. O projeto gerencia todas as informações geradas no âmbito do estudo, armazenando-as de forma estruturada em diretórios hierarquizados. Um projeto pode ser criado a partir das características dos perfis (batimetria e sedimento) e dos temporais a que será submetido.

**CAPÍTULO 2: ASPECTOS BÁSICOS DESTE
MANUAL**

2. Aspectos Básicos deste Manual

2.1. Objetivos e abrangência

O objetivo deste manual é orientar o usuário para que, de forma simples, possa conhecer e aprender a gerenciar o programa PETRA. Os principais objetivos deste manual são: dar uma ideia clara do que é a estrutura de um "projeto" dentro do PETRA, dar ao usuário uma visão geral das possíveis aplicações do modelo em um estudo de engenharia costeira e basicamente ensinar a gerenciá-lo através de um caso prático.

2.2. Conteúdo

O capítulo 1 traz uma visão geral sobre o que é o PETRA, seus objetivos, usuários e estrutura.

O capítulo 2 contém aspectos relacionados ao manual, objetivos, conteúdo e uma lista de convenções nele empregadas.

O capítulo 3 traz os requisitos mínimos para instalação do programa e sua descrição.

O capítulo 4 contém uma descrição da interface gráfica do PETRA.

O capítulo 5 traz e define o conceito de um "projeto" do PETRA e apresenta exemplos práticos para a criação, passo a passo, de um projeto típico de trabalho.

2.3. Convenções adotadas no Manual

Visto que o modelo PETRA foi desenvolvido em um ambiente Windows, esta seção descreve de forma global algumas convenções utilizadas nesse ambiente:

- **Clicar botão:** significa mover o ponteiro do mouse sobre o item do programa que se indica e clicar com o botão esquerdo.
- **Selecionar menu (menu/submenu):** consiste em mover o ponteiro do mouse sobre a barra de menus (que se localiza na parte superior do menu principal), em seguida clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção indicada primeiro e, mantendo o botão pressionado, mover-se até a opção submenu

aparecer. Ao fazer isso, a opção do submenu aparecerá destacada (selecionada), devendo-se então soltar o botão esquerdo do mouse.

- **Selecionar página:** o programa tem alguns elementos do tipo Página de Opções que aparecem como um pequeno quadro com itens. Para selecionar uma dessas páginas, colocar o ponteiro do mouse sobre o item que se deseja selecionar e apertar o botão esquerdo do mouse.
- **Arrastar cursor:** realiza-se mantendo o botão esquerdo do mouse apertado no ponto que se quer arrastar, e com o botão apertado mover para o ponto final para depois soltar o botão do mouse.
- **Elemento selecionado:** dentro de uma lista de itens, o selecionado é aquele de cor escura (azul ou preta) e se destaca dos demais.

Muitos componentes do programa têm uma estrutura hierárquica, ou seja, são opções umas dentro das outras. Para simplificar a enumeração a seguinte notação será utilizada:

Opção maior | Opção menor | Subopção menor |...| Última opção

Indicando que dentro da Opção Maior se pode selecionar a Opção Menor e dentro dela a Subopção Menor e assim por diante até a última opção.

CAPÍTULO 3: INSTALAÇÃO DO PETRA

3. Instalação do PETRA

O programa PETRA faz parte do Sistema de Modelagem Costeira (SMC) que integra uma série de dados numéricos, cada um com diferentes requisitos informáticos. Este capítulo mostra os requisitos mínimos para a instalação do programa PETRA em um computador.

3.1. *Hardware e Software: Requisitos Mínimos*

Requisitos Mínimos

- Recomenda-se instalar o programa em um computador, Intel, Dual-Core ou superior com pelo menos 4GB de RAM;
- Espaço de disco rígido de 200 MB + 5 GB para base de dados IH-DATA do Brasil;
- Sistema operacional Windows;
- Monitor no modo de vídeo 1280 x 1024 ou 1440 x 900;
- Configuração regional: se recomenda que na configuração regional os decimais se separem por pontos no lugar de vírgulas;
- Programa Surfer para Windows (Golden Surfer), corretamente instalado no computador;
- Matlab Common runtime;
- Microsoft Framework 4.0;
- VC++2008 redistribuível.

3.2. Instalação do programa

O programa PETRA é instalado junto com os outros módulos do SMC-Brasil, tendo o mesmo programa de instalação. No entanto, a opção de se executar o PETRA independente do SMC, apesar de poder ser executado também a partir do SMC.

Para instalar o SMC-Brasil e juntamente o PETRA, deve-se executar os passos descritos no Manual do Usuário do SMC 3.0 (IH CANTABRIA – MMA, 2017a). Porém um passo adicional é necessário ao PETRA.

Após finalizar a instalação do SMC-Brasil é necessário ainda registrar os controles .ocx do PETRA.

Registrar controles .ocx

Primeiramente abrir um *prompt* de comando como administrador. Ir ao menu iniciar e digitar o comando **cmd**. Aparecerá o programa conforme a Figura 3. Abrir o mesmo clicando com o botão direito do mouse e executar como administrador.

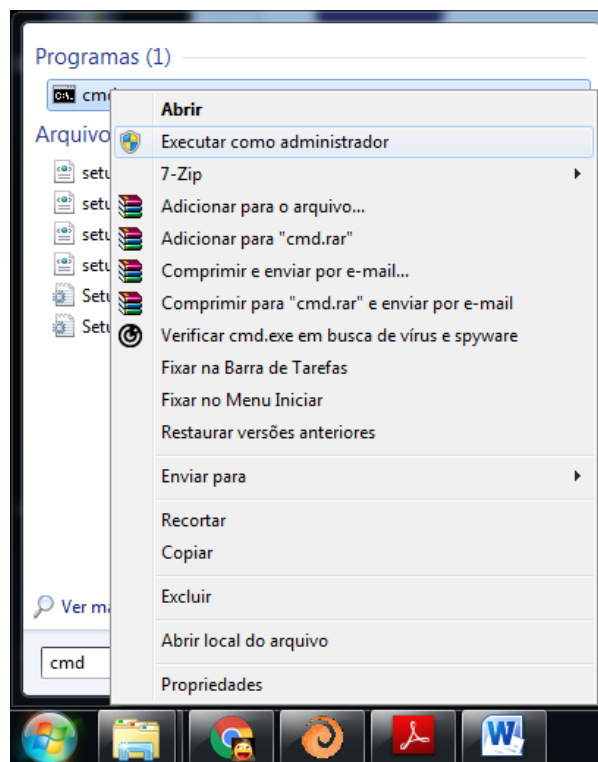


Figura 3 – Executar como administrador.

Aceitar o diálogo que pergunta se deve ser executado como administrador.

Após abrir o programa digitar **cd** e inserir o caminho que está salvo o PETRA, por exemplo, se está em C:\Program Files (x86)\SMC Brasil\PETRA, o comando é:

cd C:\Program Files (x86)\SMC Brasil\PETRA (Figura 4)

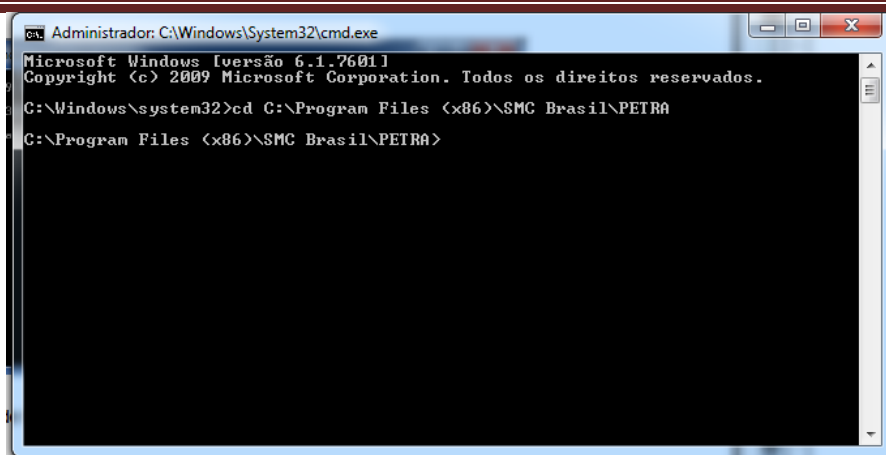


Figura 4 – Comando para achar o caminho da pasta PETRA.

Na pasta onde está salvo o PETRA encontram-se os arquivo *.ocx (Figura 3). Estes devem ser registrados no sistema.

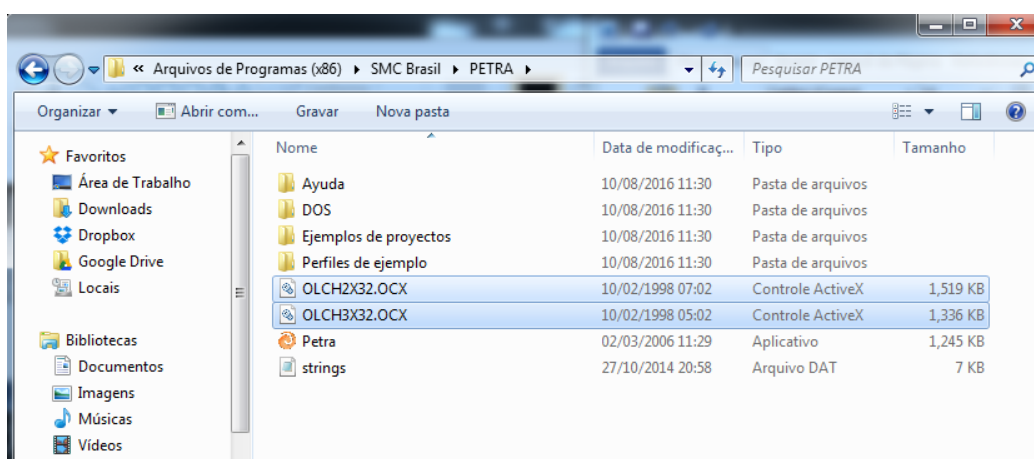


Figura 5 – Arquivos .ocx na pasta do PETRA.

Para registrá-los no sistema, no *prompt* de comando (**cmd**), deve ser executado o comando **regsvr32** para cada um deles, conforme Figuras 6 e 7:

regsvr32 OLCH2X32.OCX (Figura 6)

regsvr32 OLCH3X32.OCX (Figura 7)

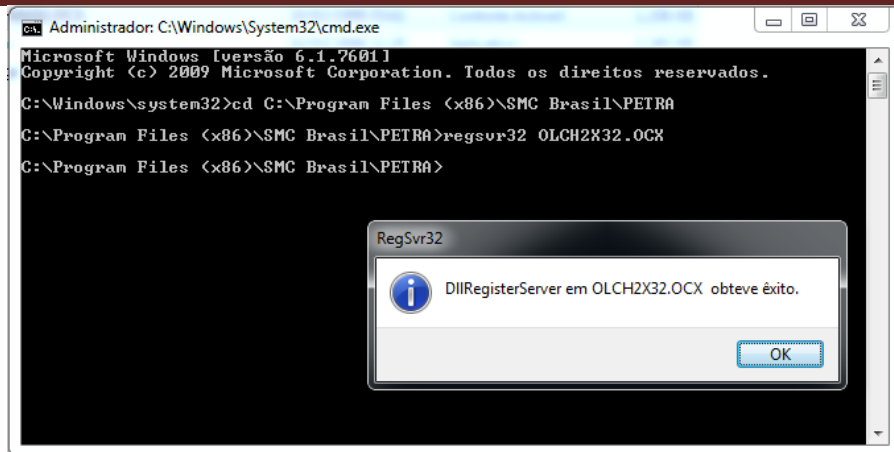


Figura 6 – Registro do controle OLCH2X32.OCX.

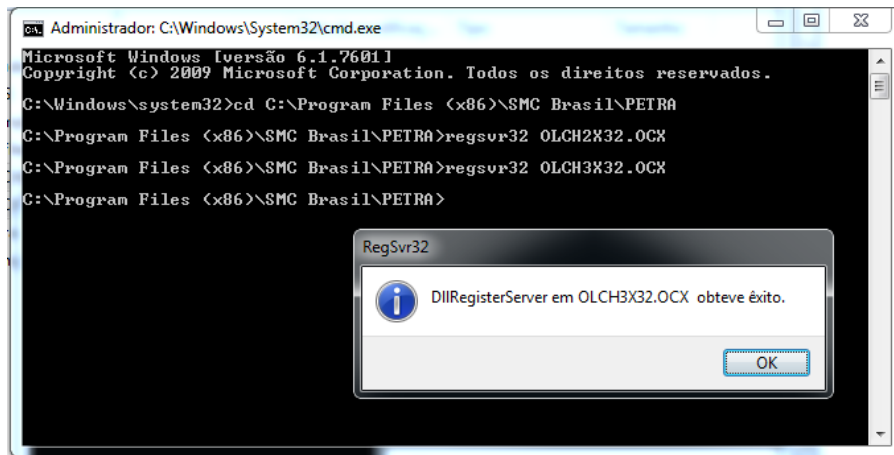


Figura 7 – Registro do controle OLCH3X32.OCX.

Assim o PETRA encontra-se pronto para uso.

3.3. Desinstalando o PETRA

Quando se deseja desinstalar o programa PETRA, exclua o diretório que o contém. Posteriormente, exclua o programa do menu Iniciar (Iniciar | Configurações | Barra de tarefas).

CAPÍTULO 4: INTERFACE GRÁFICA DO PETRA

4. Interface Gráfica do PETRA

4.1. Definições prévias

Com vistas a facilitar a leitura deste capítulo, esta seção define de forma geral alguns dos elementos básicos.

- *Coordenadas x, z:* são as coordenadas horizontal e vertical sobre o plano ou área de gráficos.
- *Batimetria:* uma série de pontos com coordenadas (x, z) que definem a batimetria do perfil.
- *Barreira:* definido por uma coordenada x
- *Animação:* arquivo tipo (AVI) com a simulação da evolução morfológica do perfil.
- *Área de gráficos:* é o espaço na tela onde se representa a batimetria do perfil e os resultados da simulação. Este espaço retangular está delimitado pelos eixos (x, z) dando uma referência espacial a este plano.

4.2. O que é um “projeto” dentro do PETRA?

Um "projeto" no PETRA é um conjunto de elementos que definem a evolução morfológica de perfis submetidos ao cálculo de temporais. O programa PETRA gerencia todas as informações geradas no projeto, armazenando-as de forma estruturada.

A estrutura do projeto é mostrada na Figura 8. Como se sabe, um projeto se estabelece a partir da definição de uma série de perfis transversais e de um conjunto de temporais. Para cada combinação perfil-temporal se pode definir um caso, cujos resultados podem ser visualizados após a execução do modelo numérico.

Quando um projeto é gerado, se cria um diretório. Este diretório contém uma série de subdiretórios, que armazenam as informações do projeto: um primeiro diretório chamado "perfis", que armazena informações da batimetria de cada perfil. Outro diretório chamado "temporais" armazena as informações de cada temporal. Para cada caso definido se cria um diretório ("caso1", "caso2", ...), no qual se define o

perfil, o temporal, as características do meio (água e sedimento) e os parâmetros de execução do modelo. Uma vez o modelo executado, as informações correspondentes a cada caso do "histórico" da simulação morfodinâmica realizada são armazenadas no diretório.

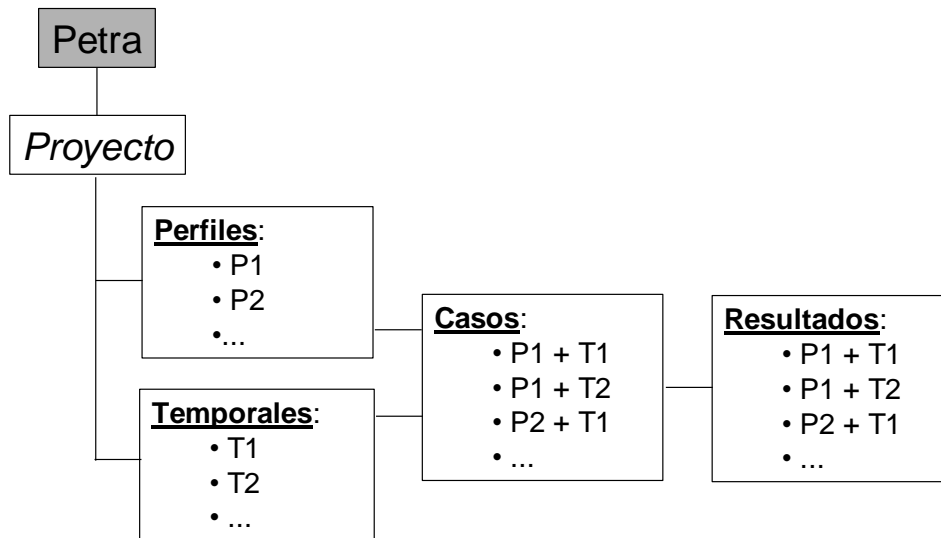


Figura 8 – Estrutura do projeto PETRA. P = Perfil; T = Temporal.

4.3. Estrutura da interface gráfica

Para atender a estrutura de projeto descrita no item anterior, a interface gráfica do PETRA é composta fundamentalmente por quatro módulos: perfis, temporais, casos e resultados.

A Figura 9 mostra a imagem do menu principal do PETRA, onde aparecem na tela as diferentes áreas de trabalho. Na parte superior se encontra a barra de menus com as clássicas ferramentas do sistema Windows, além dos módulos de Projeto e Modelo. Abaixo desta se encontra a barra de botões gráficos, que permite acessar de forma direta as ferramentas de edição, zoom e execução do modelo. Na parte central esquerda se encontra a área de gráficos. Na parte central direita se encontra a lista de elementos (perfis, temporais, casos ou resultados) e o editor de elementos onde as características são definidas. Finalmente, na parte inferior se encontra a barra de informação onde se definem as coordenadas horizontal e vertical da área de gráficos ativa.

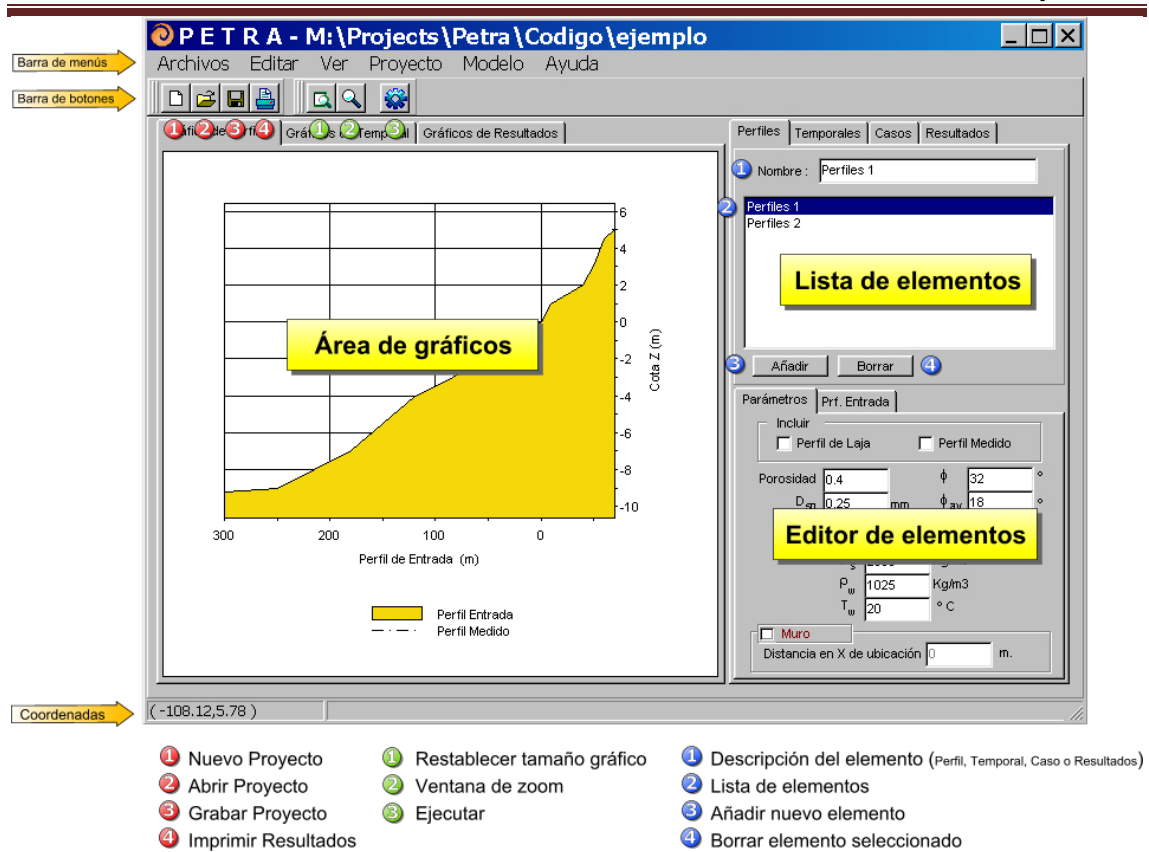


Figura 9 – Interface PETRA.

4.3.1. Ferramentas de arquivo

As ferramentas de arquivo permitem o gerenciamento de cada projeto do PETRA. A Figura 10 exemplifica a ação com uma imagem (“Arquivos” na barra de menus).

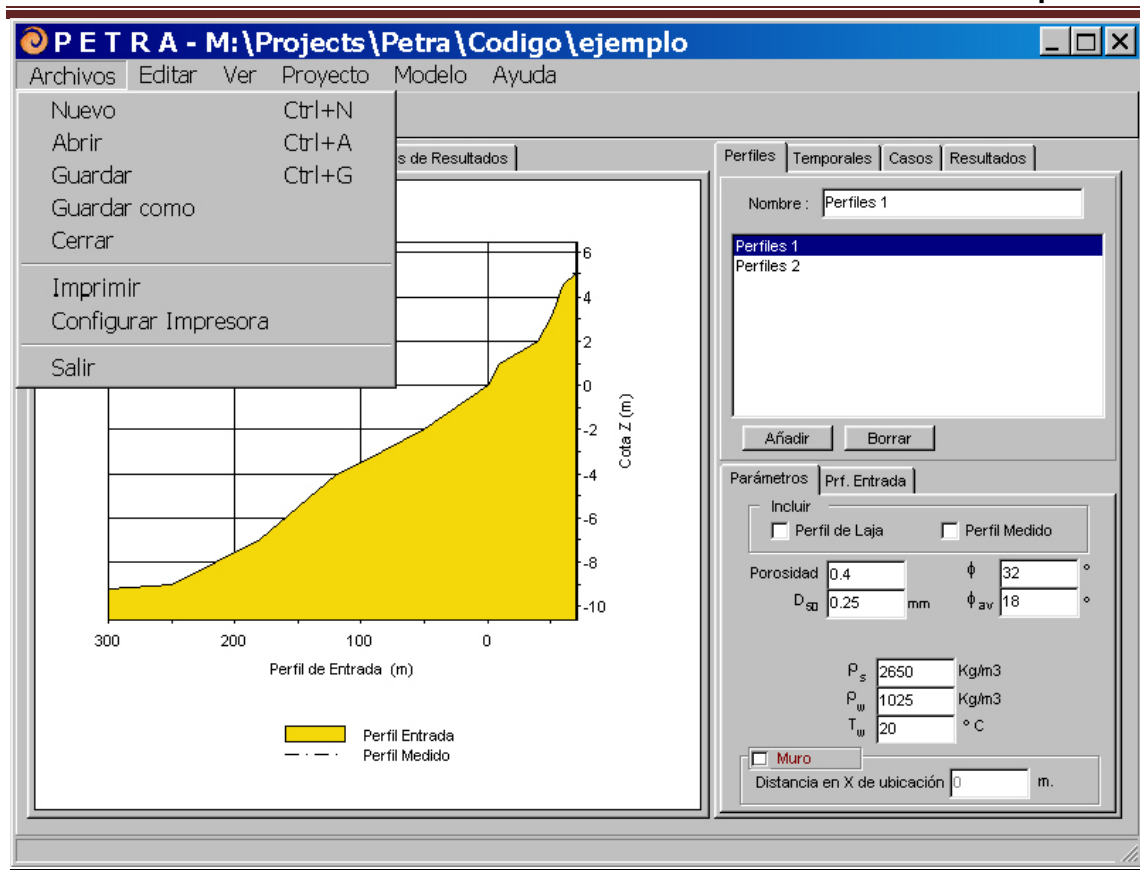


Figura 10 – Ferramentas do PETRA.

Novo projeto

Dentro do PETRA este item pode ser acessado selecionando "Arquivos/Novo" na barra de menus ou clicando com o *mouse* na primeira opção da barra de botões.

Abrir projeto

Esta opção pode ser acessada no PETRA selecionando "Arquivos/Abrir" da barra de menus ou clicando com o *mouse* na segunda opção da barra de botões. Também permite recriar um projeto criado anteriormente que, uma vez selecionado, carrega todos os perfis, temporais, casos e resultados obtidos na última vez que o projeto foi trabalhado.

Salvar Projeto

Esta opção pode ser acessada selecionando "Arquivos/Salvar" na barra de menus ou clicando com o *mouse* sobre a terceira opção da barra de botões. Aqui, um projeto é salvo uma vez que o trabalho seja finalizado. Caso seja preciso salvar o

projeto com outro nome deve-se selecionar "Arquivo/Salvar como". Esta opção é útil quando é necessário fazer uma cópia exata de um projeto determinado.

Fechar o projeto

Esta opção do PETRA pode ser acessada selecionando "Arquivos/Fechar" na barra de menus. Esta opção permite que o programa fique à espera de carregar um projeto existente ou de criar um novo.

Imprimir

Esta opção permite imprimir a área de gráficos junto com suas características, selecionando "Arquivos/Imprimir" da barra de menus.

Sair

Com esta opção, se finaliza a sessão de trabalho com PETRA e se encerra o programa.

4.3.2. Ferramentas de visualização e edição

As ferramentas de visualização permitem ativar e desativar a janela de *zoom* na área de gráficos. Podem ser acessadas selecionando "Exibir" na barra de menus ou na barra de botões (botões com uma lupa). Esta ferramenta é muito útil para ver a batimetria detalhada, a evolução das magnitudes hidrodinâmicas e de transporte, bem como a evolução do perfil da praia e da retração da linha da costa.

4.3.3. Ferramentas de ajuda

Ao selecionar "Ajuda/Temas de ajuda", se acessa um arquivo de formato HTML que explica de forma gráfica e resumida os objetivos e as características do modelo PETRA. (Figura 11)

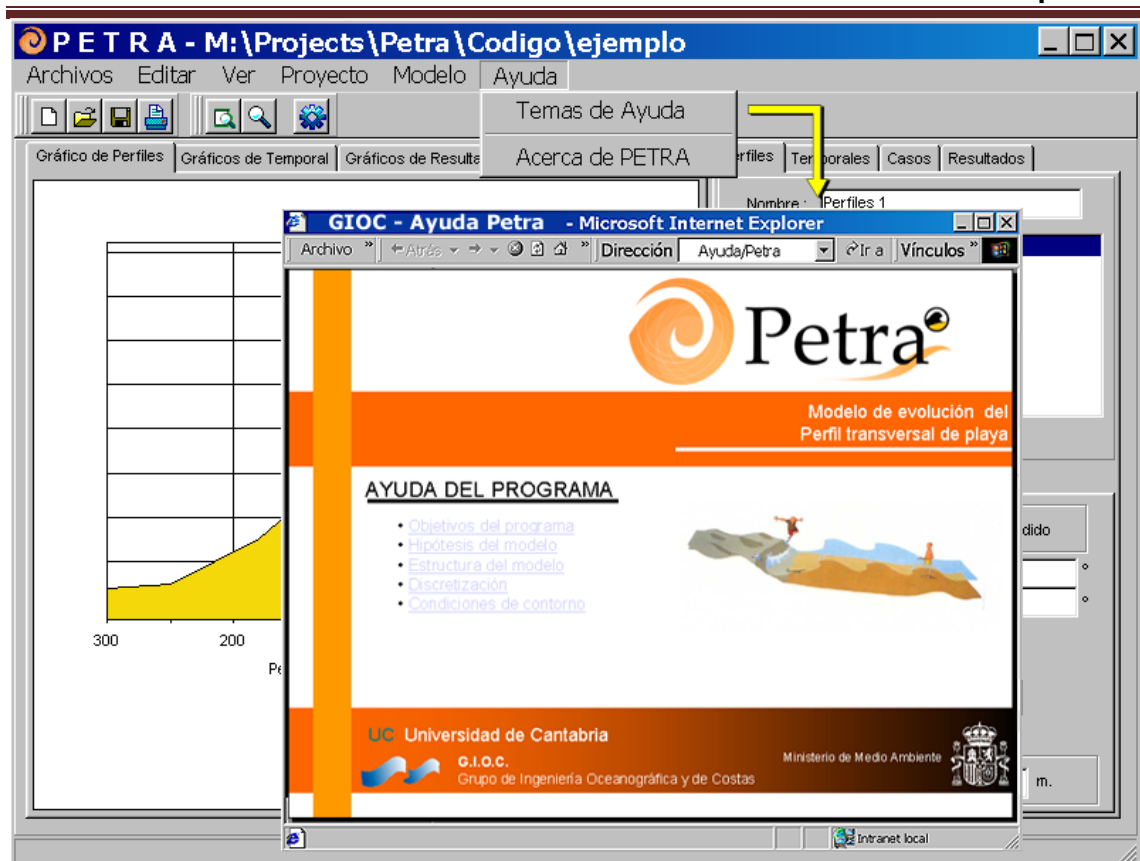


Figura 11 – Ferramenta “Ajuda” do programa PETRA.

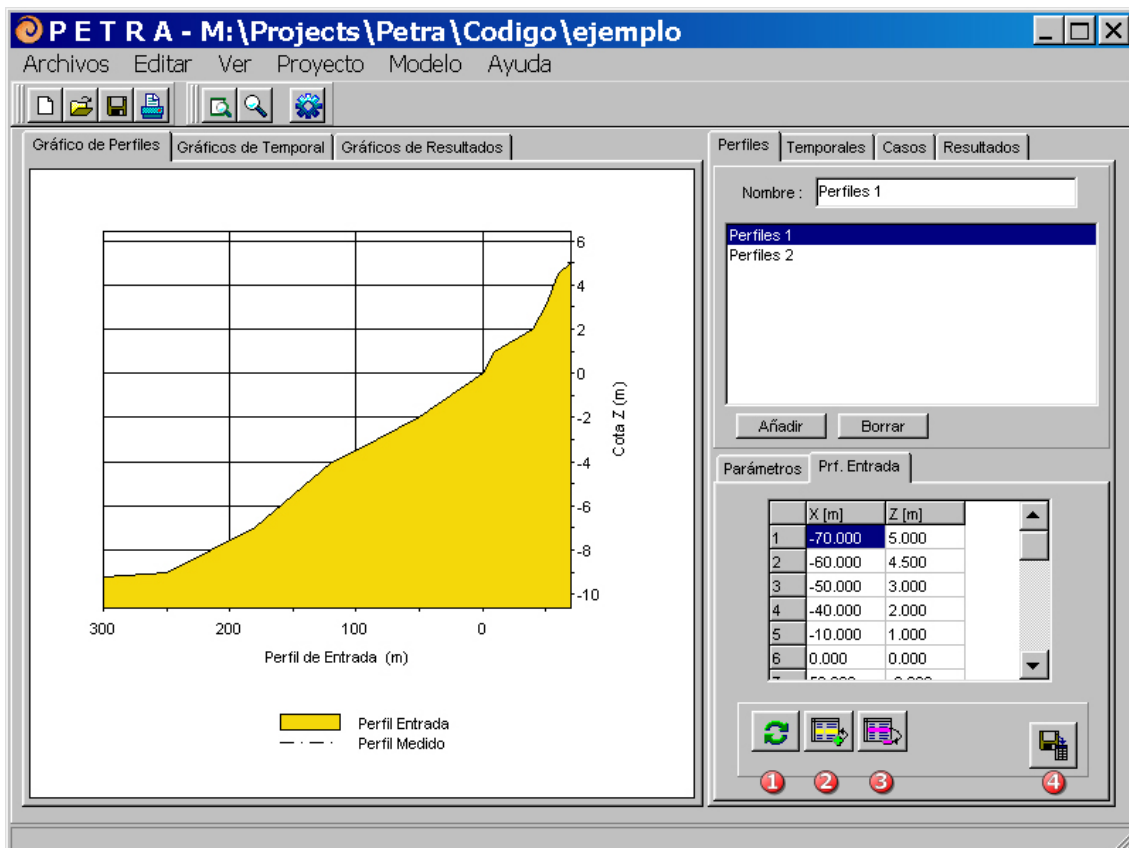
4.4. Estrutura dos elementos do projeto

A descrição de cada um dos elementos de um projeto do PETRA se faz a seguir. Os perfis, temporais, casos e resultados podem ser encontrados na parte central direita do programa principal.

4.4.1. Perfis

Ao selecionar a opção *Perfis* pode-se observar na parte superior a lista de perfis. Para o perfil ativo ou selecionado, um editor na parte inferior com as características do perfil (batimetria e parâmetros) é exibido. Cada perfil pode ser renomeado usando o campo de texto da parte superior. As opções "Adicionar" e "Excluir" permitem adicionar ou excluir perfis no projeto. Outra maneira de acessar "Adicionar" e "Excluir" se faz através da barra de menus em "Projeto/Perfis".

Para o perfil selecionado é possível editar a batimetria (subpágina Perfis/Perfis Entrada). Aqui se encontra um editor de perfis com quatro opções, descritas na Figura 12. Basicamente através deste editor pode-se adicionar pontos ao perfil (2), excluir itens relacionados (3), atualizar as alterações (1), ou até mesmo baixar um arquivo da pasta (4) no formato ASCII com a topografia (coordenadas negativas) ou batimetria (positiva) do perfil. Um exemplo desse perfil é mostrado na Figura 13. Como pode ser observado, a primeira linha contém a descrição do perfil e as linhas restantes são as coordenadas x e z do perfil começando pelo eixo x a partir da terra.



- ① Actualizar cambios
- ② Añadir fila(s)
- ③ Borrar fila(s)
- ④ Cargar un perfil desde archivo

Figura 12 – Ferramenta Perfis/Perfis de Entrada.

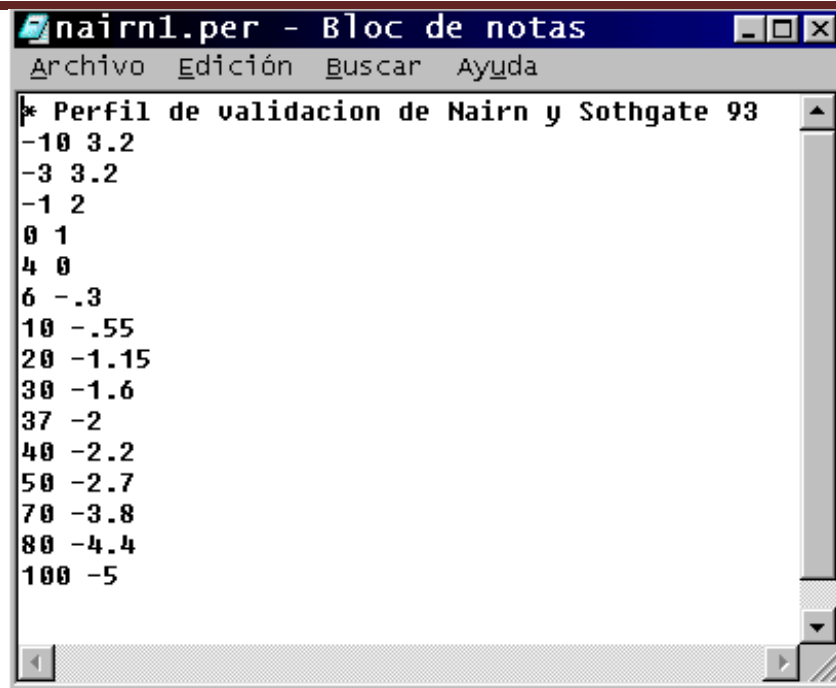
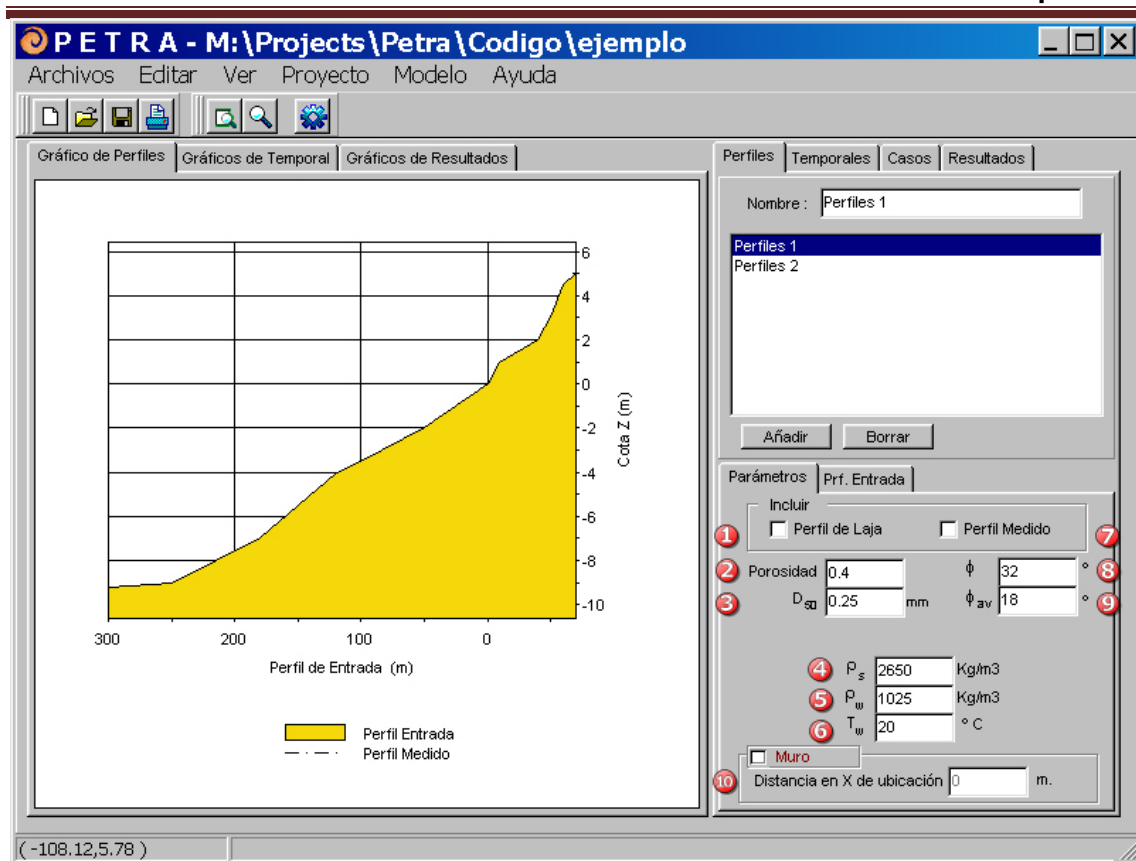


Figura 13 – Dados de entrada em formato ASCII.

Na subpágina Perfis/Parâmetros (Figura 14), as propriedades do meio físico (água e sedimento) são definidas, bem como a possibilidade de incluir uma barreira em qualquer ponto do perfil, ativando o campo correspondente (clicando o botão esquerdo do mouse sobre o quadrado). Também é possível incluir um perfil de laje¹ e um perfil medido².

¹ Na versão (2.0) do programa PETRA a simulação da evolução do perfil com um perfil de laje não está implementada.

² Opção muito útil ao se validar o modelo: se compara o perfil simulado com o perfil medido após um temporal.



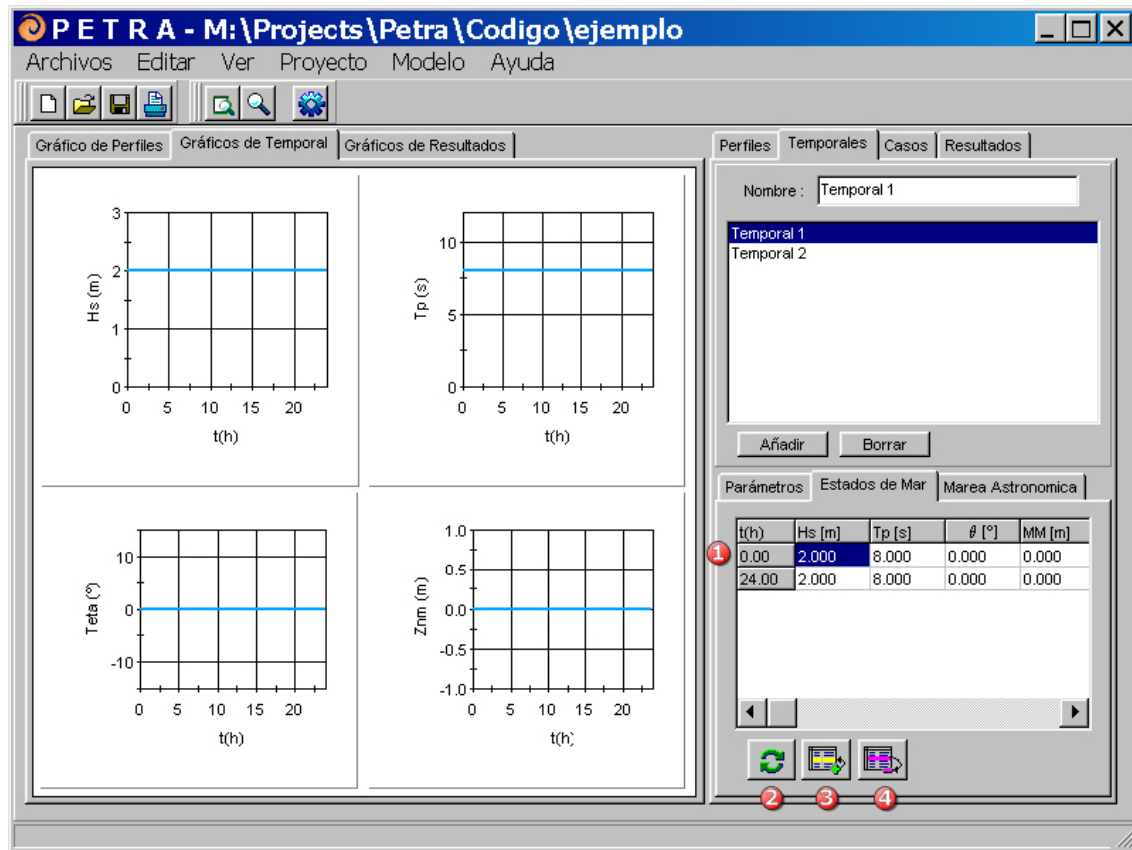
- ① Posibilidad de incluir un perfil de laja
- ② Porosidad del lecho poroso
- ③ Tamaño de arena
- ④ Densidad de la arena
- ⑤ Densidad del agua
- ⑥ Temperatura del agua
- ⑦ Posibilidad de incluir un perfil medido después del temporal
- ⑧ Ángulo de rozamiento interno del material
- ⑨ Ángulo tras avalancha del material
- ⑩ Posibilidad de incluir un muro

Figura 14 – Ferramenta Perfis/Parâmetros.

4.4.2. Temporais

A estrutura da página *Temporais* é similar à de *Perfis*: ao ser selecionada pode-se observar na parte superior a lista de temporais e, para o temporal ativo ou selecionado, aparece um editor na parte inferior com as características do estado do mar e da maré astronômica. Os botões "Adicionar" e "Excluir" permitem adicionar ou remover temporais ao projeto. Na Figura 15 uma imagem da página *Temporais* é exibida com a subpágina *Temporais/Estados do mar* ativa. O funcionamento deste editor de estados de mar é semelhante a qualquer planilha de cálculo em ambiente Windows: pode-se adicionar ou excluir estados de mar onde as alterações devem ser atualizadas. Este editor permite representar o temporal com parâmetros variáveis ao longo do tempo. Os parâmetros que definem o estado do mar são a altura significativa de onda, período de pico, o ângulo de incidência relativa, a direção do perfil

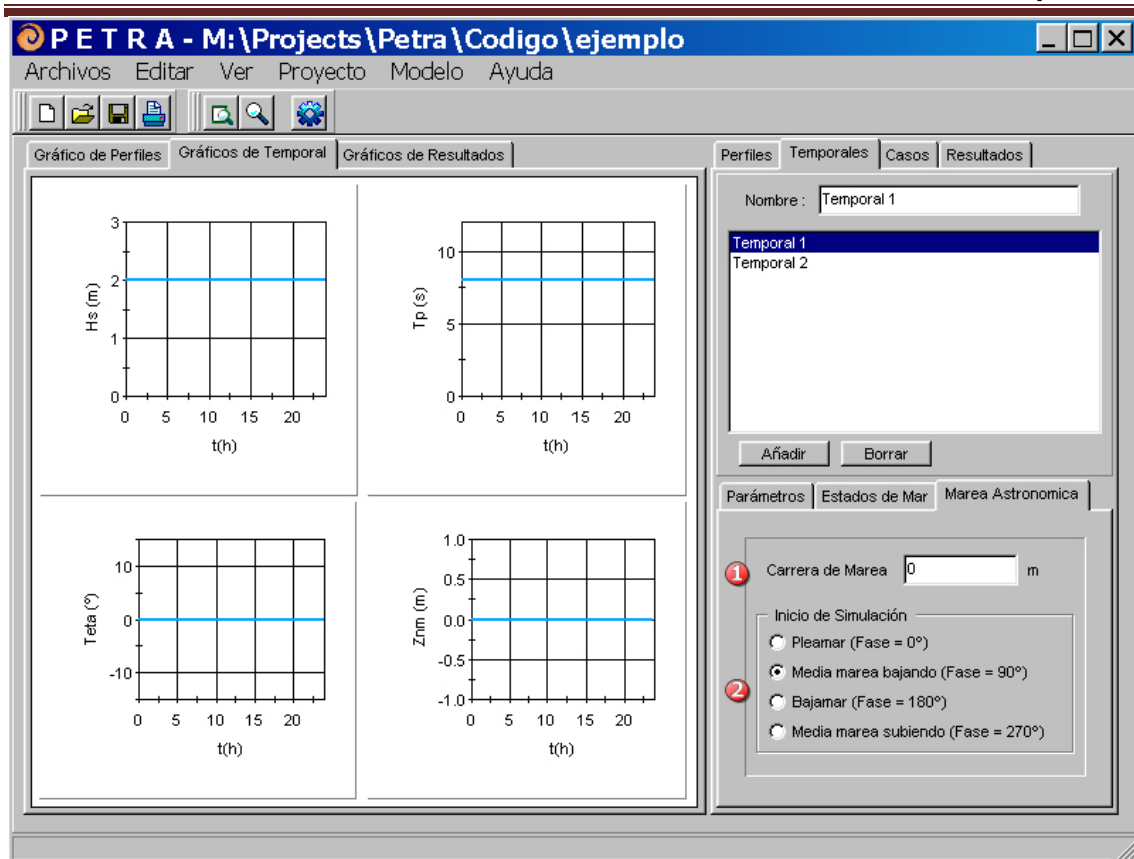
transversal e a maré meteorológica (dados em uma profundidade determinada, definida na subpágina Temporais/Parâmetros).



- 1 Editor de características de estado de mar
- 2 Actualizar cambios
- 3 Añadir estado de mar
- 4 Borrar estado de mar

Figura 15 – Ferramenta Temporais/Estado de Mar.

As características da maré astronômica são introduzidas na subpágina Temporais/Maré Astronômica (Figura 16), onde é possível introduzir o valor da amplitude da maré semidiurna ($T_{M2} = 12h25min$) e quatro possibilidades para o início da simulação (preamar, meia maré baixando, baixamar ou meia maré subindo). No entanto, quando se quer introduzir mais componentes de maré (S_2 , M_4 , S_4 , K_2 , N_2 , O_1 , M_1 , P_1 , K_1) com diferentes amplitudes e deslocamentos, pode ser ativado a opção componentes de maré em "Projeto/Temporais/Componentes" na barra de menus.

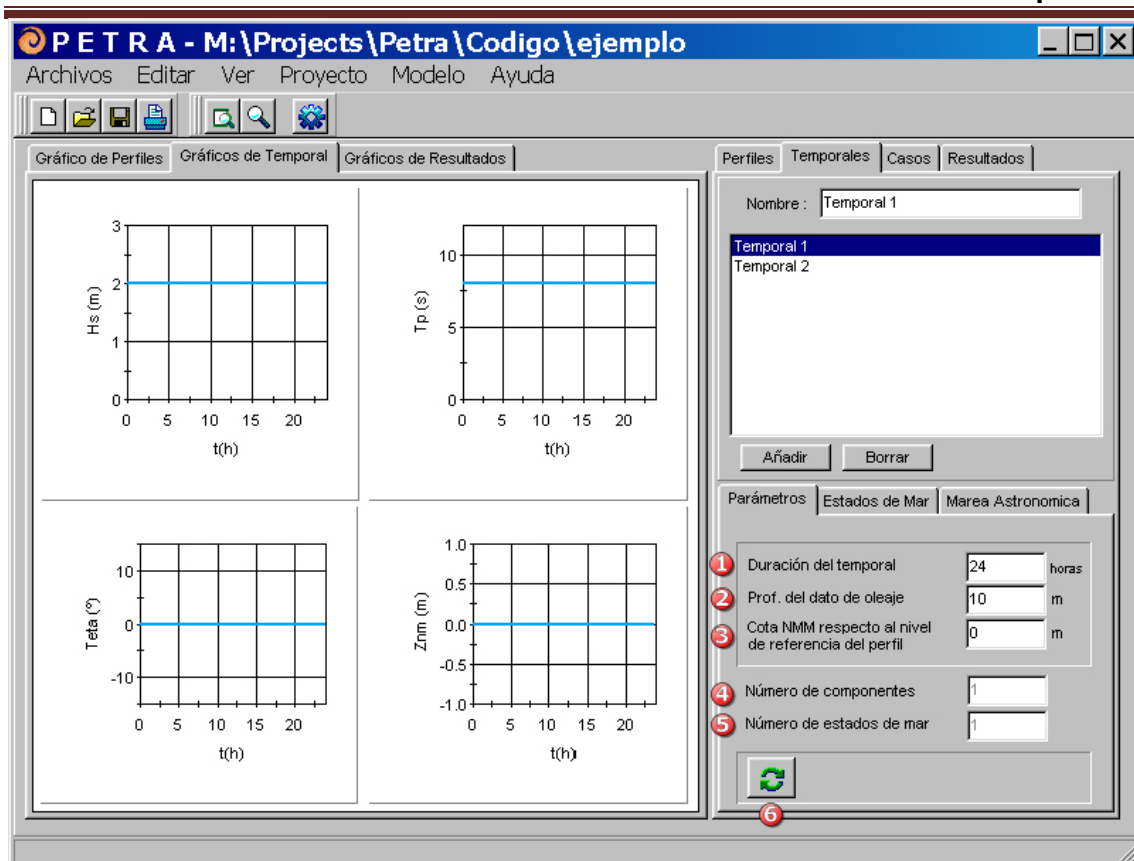


- ① Carrera de marea de la simulación
- ② Instante de inicio de simulación

Figura 16 – Ferramenta Temporais/Maré Astronômica.

Na subpágina Temporais/Parâmetros (Figura 17) define-se a duração total do temporal, a profundidade que está localizado o dado da onda e a cota do nível médio do mar em relação ao nível de referência do perfil. Além disso, há ainda dois campos com o número de estados de mar definidos na subpágina Temporais/Estados de mar e com o número de componentes de maré astronômica. O botão "Atualizar alterações" atualiza as últimas alterações, que podem ser observadas na área de gráficos na parte central esquerda na opção Gráficos de Temporal.

No exemplo mostrado na Figura 17 se observa um estado mar definido a 10m de profundidade com as características $H_s = 2\text{m}$, $T_p = 8\text{s}$, $\theta = 0^\circ$ e $Z_{nm} = 0\text{m}$. (constantes ao longo de toda a simulação).

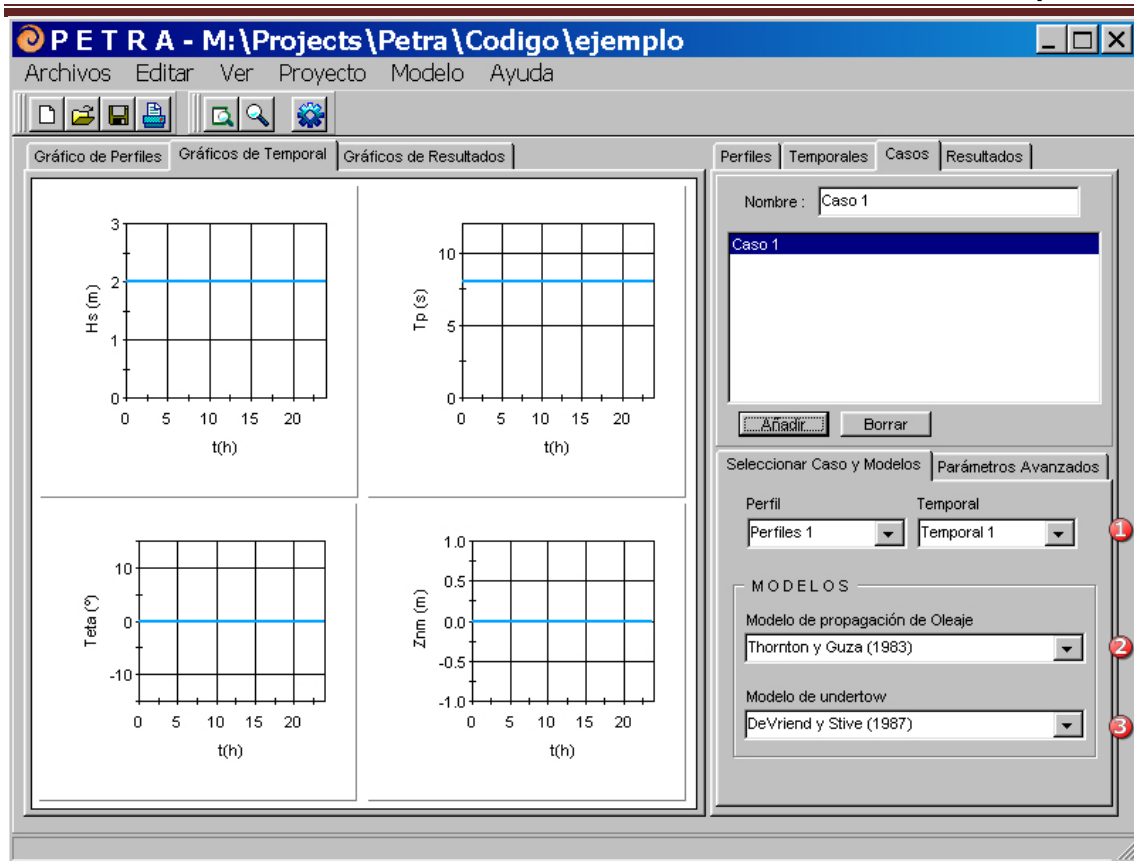


- ① Duración del Temporal
- ② Profundidad donde se define el Oleaje
- ③ Cota del NMM respecto al nivel de referencia del perfil
- ④ Número de componentes de marea astronómica
- ⑤ Número de estados de mar
- ⑥ Actualizar cambios

Figura 17 – Ferramenta Temporais/Parâmetros.

4.4.3. Casos

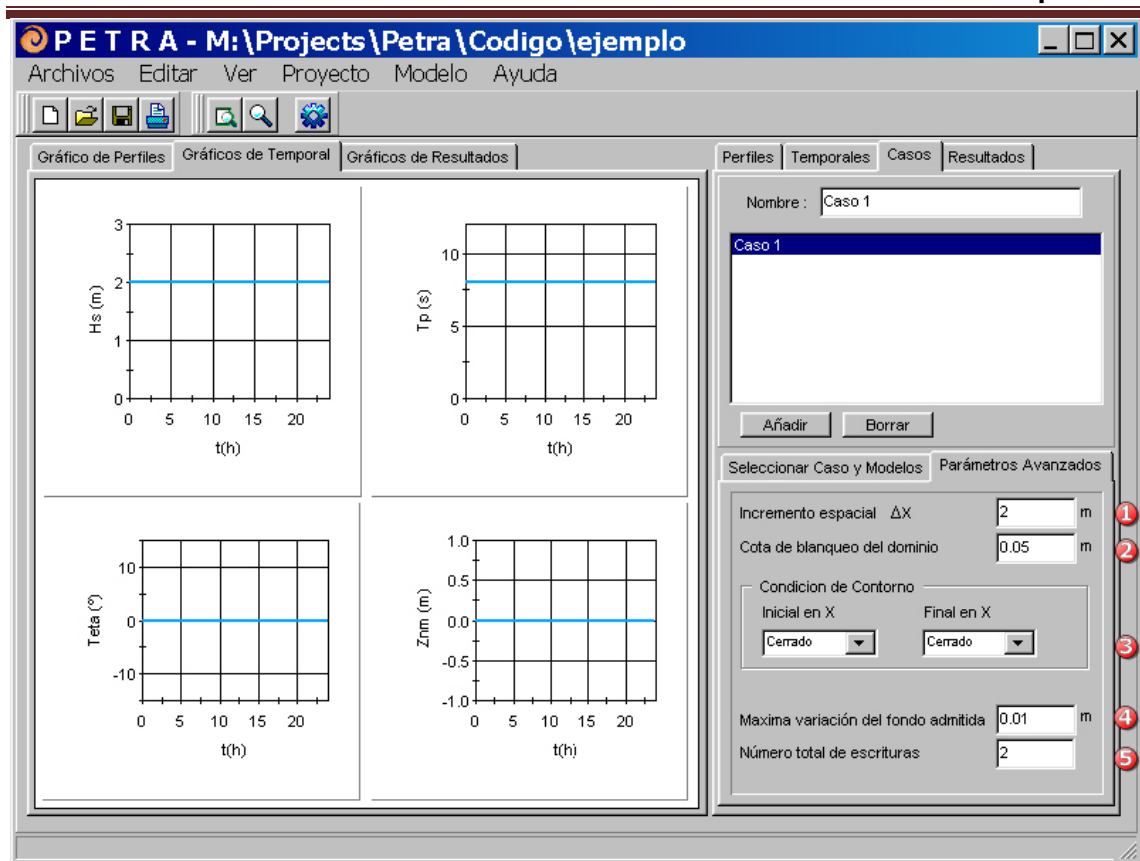
A estrutura da página *Casos* é a mesma que a de *Perfis e Temporais*: ao selecioná-la, aparece na parte superior a lista de casos e, para o caso ativo ou selecionado, aparece um editor na parte inferior com as características: perfil, temporal e o tipo de modelo de dissipação de ondas e de correntes de fundo (Figura 18).



- ① Definición del caso por perfil y temporal elegido
- ② Selección del modelo de disipación de oleaje
- ③ Selección del modelo de undertow

Figura 18 – Ferramenta Casos/Casos e Modelos.

Na subpágina Casos/Parâmetros Avançados (Figura 19) são descritos os parâmetros de execução do modelo numérico, as condições de contorno e os parâmetros de estabilidade numérica. Recomenda-se deixar as configurações padrões desta página (cota até onde se realizam os cálculos no domínio, incremento espacial e máxima variação de fundo admitida). Na parte inferior da página existe um campo que vai definir o número total de cenários desejados na simulação. Assim, se o número de cenários é 3 e a duração de temporal é de 24 horas, tem-se um cenário a cada 8 horas.



- 1 Incremento espacial
- 2 Cota de blanqueo dle dominio
- 3 Condiciones de contorno
- 4 Parámetro de estabilidad numérica
- 5 Número total de escrituras durante la simulación

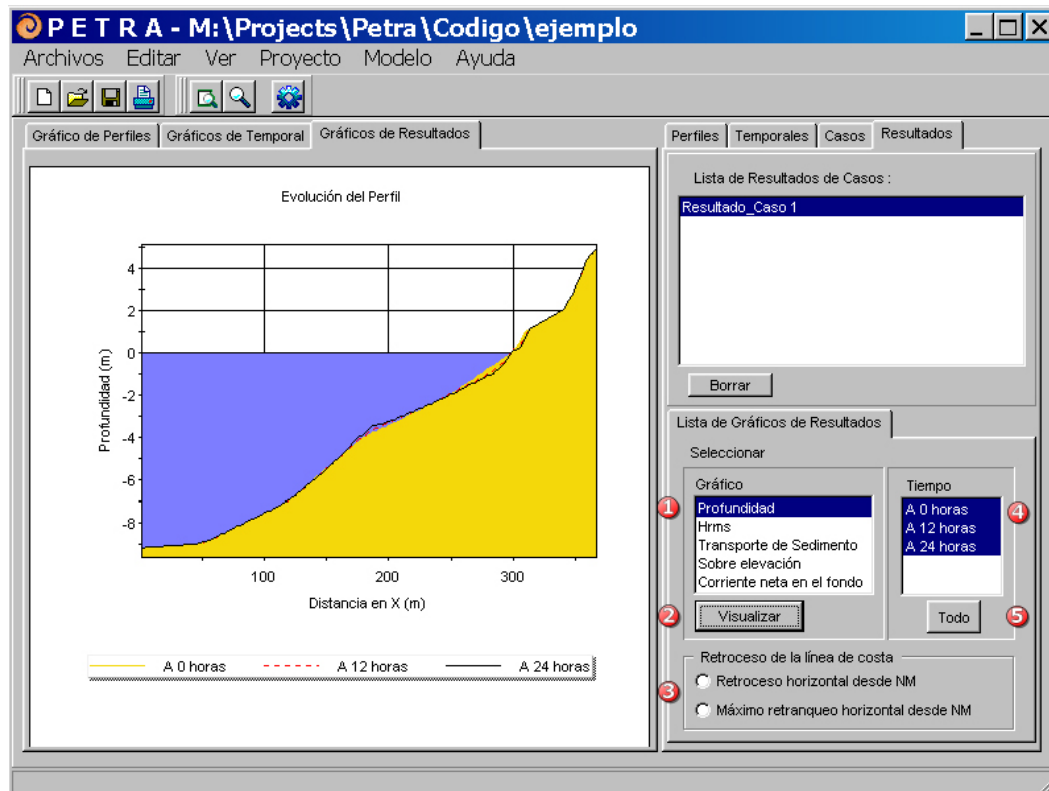
Figura 19 – Ferramenta Casos/Parâmetros Avançados

4.4.4. Resultados

Na página de resultados, pode-se consultar os dados de saída das simulações correspondentes a cada caso. Os dados de saída do modelo numérico são:

- profundidade (evolução da batimetria);
- altura de onda;
- fluxo de transporte de sedimentos;
- variação do nível médio do mar;
- corrente líquida de fundo;
- retração da linha de costa.


A interface gráfica oferece a possibilidade de ver cada uma dessas magnitudes em cada cenário. Este aspecto é interessante, por exemplo, para observar a erosão de uma praia e o movimento subsequente de material para zonas mais profundas, formando normalmente bancos. A Figura 20 mostra uma imagem com as possibilidades de representação gráfica que o PETRA oferece.



- ① Selección del gráfico
- ② Acción de visualizar el gráfico
- ③ Selección de gráfico de retroceso de la línea de costa
- ④ Instantes a repretar de la simulación
- ⑤ Acción de seleccionar todos los instantes

Figura 20 – Representações gráficas do PETRA.

4.4.5. Animação da simulação

Com a execução do modelo (botão ) uma janela com a animação da simulação é aberta. O arquivo de vídeo da animação em formato AVI pode ser encontrado em um subdiretório de instalação do PETRA. Assim, o diretório de instalação do PETRA é "c:/ArquivosdePrograma/SMC/PETRA" e as animações estão em "c:/ArquivosdePrograma/SMC/PETRA/Dos/Animcaso". Na Figura 21 se vê um instante da animação com:

- a evolução da altura das ondas;

- a variação do nível médio;
- a evolução morfológica do fundo;
 - a variação positiva ou negativa de fundo, relacionada com a batimetria inicial (acumulação em vermelho e erosão em azul);
- a retração da linha de costa.

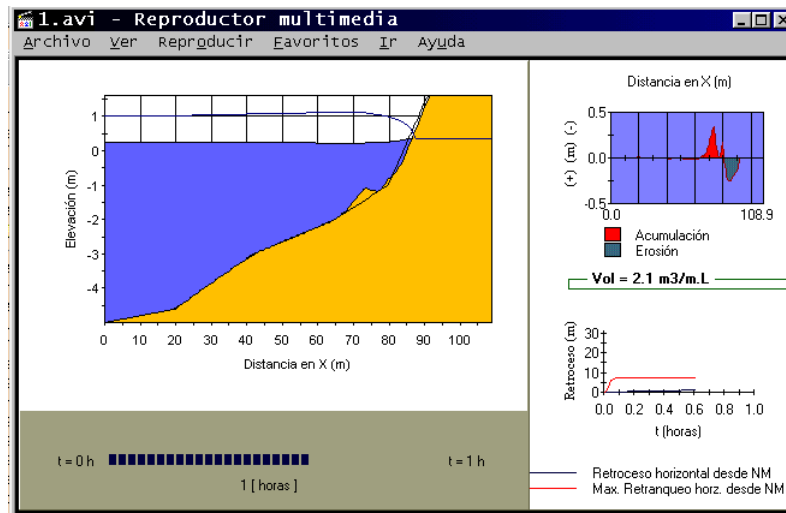


Figura 21 – Naimação do perfil gerado dentro do projeto no PETRA.

CAPÍTULO 5: APLICAÇÃO DO PETRA

5. Aplicação do PETRA

5.1. Objetivo

O objetivo deste capítulo é conhecer e operar os diferentes elementos da interface gráfica do PETRA através de vários exemplos práticos. Serão utilizadas as seguintes ferramentas:

- Criação de perfis com o editor de perfis;
- Leitura de perfis por arquivo;
- Criação de projeto;
- Definição de estados de mar;
- Criar casos com a combinação de um perfil e uma série temporal;
- Execução do modelo;
- Visualizar resultados; e
- Imprimir resultados.

5.2. Estudos de Caso

Duas aplicações do modelo são apresentadas. No primeiro exemplo mostra-se um caso simples de um perfil teórico de declividade uniforme. Posteriormente, na praia de La Concha, em Suances (Cantabria) realiza-se uma prática com a criação de um projeto com perfis obtidos a partir do Sistema de Modelagem Costeira (mais informações consultar o Manual do Usuário do SMC 3.0 – IH CANTABRIA – MMA, 2017a).

5.3. Aplicação I: Perfil teórico de declividade uniforme

Uma praia de batimetria reta e paralela de declividade uniforme 1/20 até -6 metros e declividade 1/50 até -10m está sujeita às seguintes dinâmicas (medidas a 10 metros de profundidade):

A. Estado de mar de 12 horas de duração com:

- Estado de mar constante;
- Altura significativa de onda: 2m;
- Período de pico: 10s;
- Ângulo de incidência em relação a normal da praia: 30°;
- Maré meteorológica: 0,20 m;
- Amplitude da maré: 0 m;

B. Estado de mar de 18 horas de duração com:

- Dois períodos de 9 horas (2 estados do mar definindo os contornos em t_0 , t_9 e t_{18});
- Altura de onda significativa: Em t_0 1m, em t_9 2,5m, e 1,5m em t_{18} ;
- Período de pico: em t_0 14s, em t_9 10s e 10s em t_{18} ;
- Ângulo de incidência em relação a normal da praia: 20° durante todo o estado de mar;
- Maré meteorológica: Em t_0 0m, em t_9 0,4m e 0,2m em t_{18} ;
- Amplitude da maré: 2,5m;
- Início da simulação em meia maré baixando.

As características do sedimento são:

- $D_{50} = 0,25\text{mm}$;
- Densidade = $2,650 \text{ kg/m}^3$;
- Ângulo de atrito interno = 30°;
- Ângulo de atrito após mudança do perfil = 18°;
- Porosidade = 0,45;

As características da água são:

- Densidade = $1,025 \text{ kg/m}^3$
- Temperatura = 25°C

A Figura 22 mostra um esboço do perfil teórico. O nível de referência da topografia foi escolhido a partir da interseção da linha de costa com o nível médio do mar em repouso. A declividade da frente da praia é de 1/10 e o limite superior de praia seca foi fixado na cota +6m.

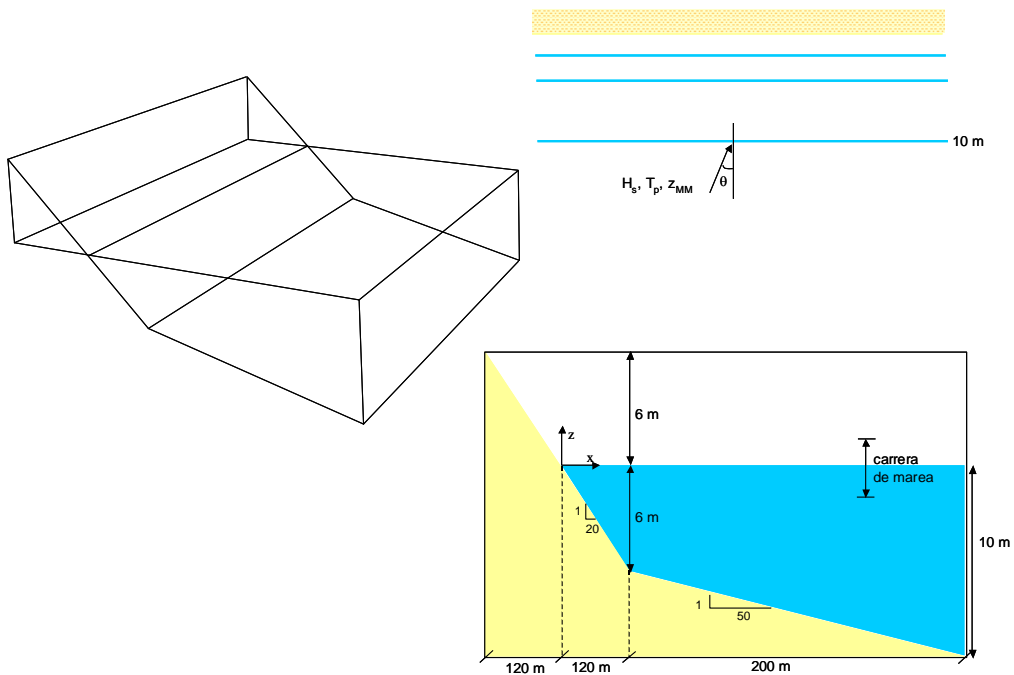


Figura 22 – Perfil teórico criado no modelo PETRA.

5.3.1. Abrir o programa PETRA

O programa PETRA pode ser aberto de três diferentes formas:

- Selecionando “Ferramentas/PETRA” na barra de menus do SMC 3.0 (Figura 23);
- Executando o arquivo “PETRA.exe” no diretório de instalação do PETRA;
- Selecionando o ícone do PETRA a partir do menu Início / Programas / SMC / PETRA do sistema Windows.

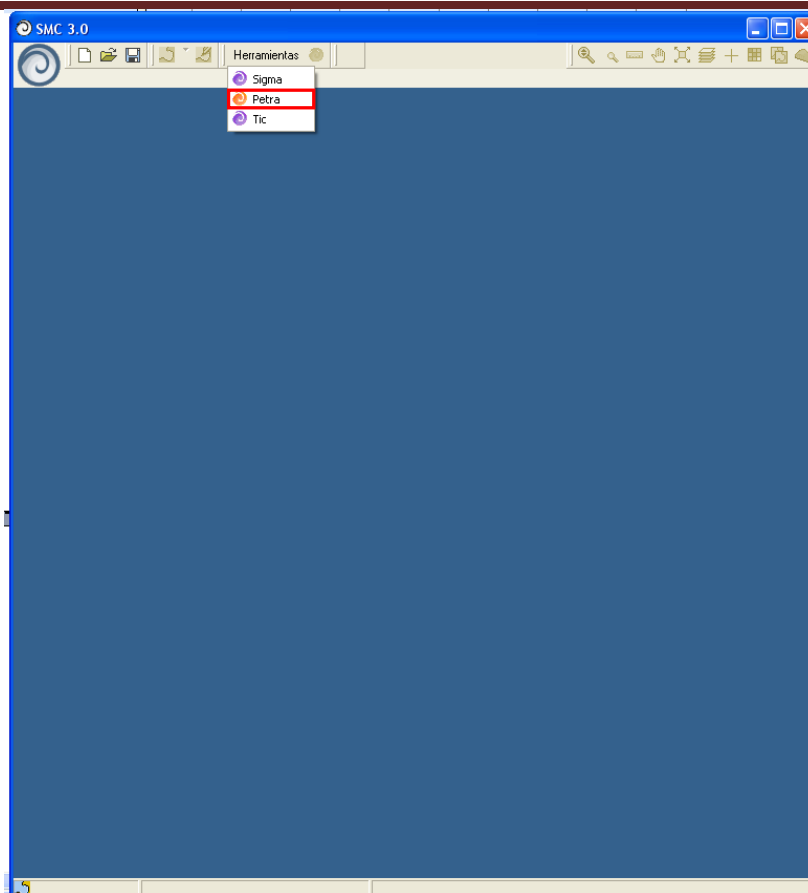


Figura 23 – Iniciando o programa PETRA.

Ao abrir o programa deve-se ativar uma página como a mostrada na Figura 24. Uma vez aberto o programa, existem duas possibilidades:

- Abrir um projeto existente;
- Criar um projeto.

Quando se deseja criar um novo projeto (neste caso), a primeira coisa a fazer é definir o primeiro perfil do projeto. Para isso, clica-se na opção localizada a esquerda da barra de botões ("Novo Projeto").



Figura 24 – Página inicial do PETRA.

5.3.2. Criar um perfil com o editor

Ao selecionar "Novo Projeto" ativa-se a aba *Perfis* na área central direita da tela. Para se definir um perfil, clicar em "Adicionar".

Com esta ação o programa define os valores padrões dos parâmetros de meio físico e um perfil com o nome "Perfis1" que será alterado para "Aplicação I". Selecionando a subpágina *Perfis/Prf. Entrada* ativa-se o editor de perfis. Utilizando as ferramentas do editor (adicionar linhas e atualizar) se define o perfil de estudo com o sistema de referência escolhido na Figura 22. Assim, o editor de perfis deve ter o aspecto apresentado na Figura 25:

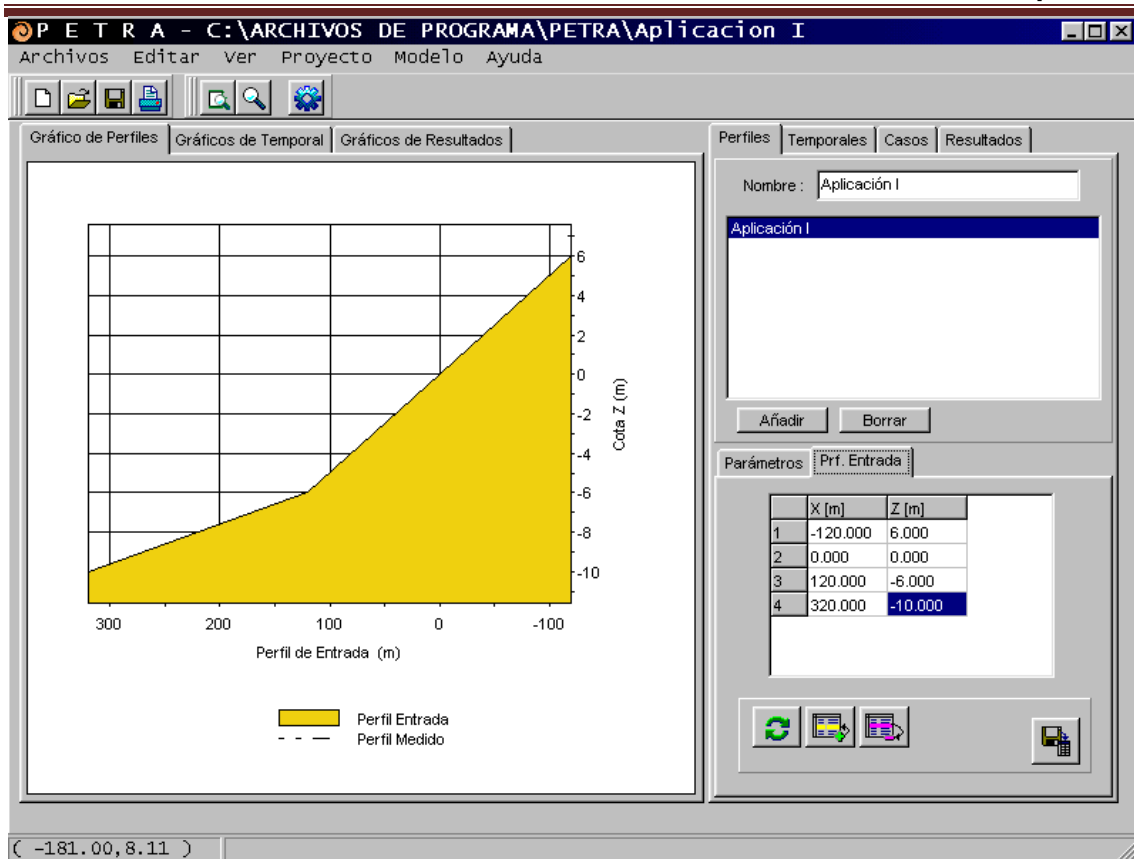


Figura 25 – Editor de perfis do PETRA.

Uma vez definido o perfil modifica-se o valor dos parâmetros do meio físico, selecionando a subpágina Perfis/Parâmetros. A aparência da página ao se preencher os campos com as características de sedimento e água mostrados deve ser semelhante a imagem da Figura 26.

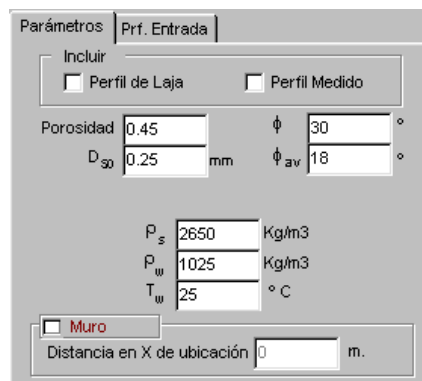


Figura 26 – Parâmetros do perfil teórico.

5.3.3. Criar um novo projeto

Uma vez o perfil e parâmetros físicos definidos, deve-se salvar todas as informações em um novo projeto, o que permitirá gerenciar todos os elementos criados. As ações a serem tomadas são mostradas na Figura 27:

- (A): Deve-se clicar na barra de opções "Salvar projeto". Aparece uma janela para selecionar o diretório que irá conter todas as características do projeto;
- (B): Selecionar o diretório onde se deseja salvar o projeto; e
- (C): Escrever o nome do diretório que corresponde ao nome do projeto e clicar em aceitar (OK).

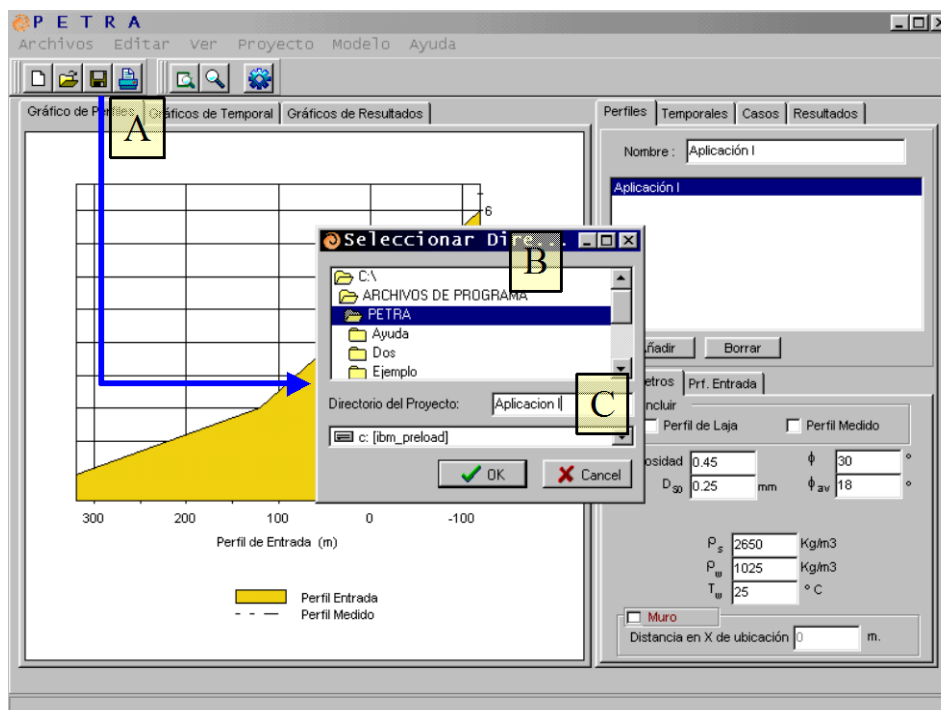


Figura 27 – Salvando o projeto criado.

5.3.4. Definição das séries temporais

Seleciona-se a opção *Temporais* e clica-se em "Adicionar" para criar um temporal. Da mesma forma que em *Perfis*, preenche-se todos os campos nomeando os temporais de "Temporal A" e "Temporal B", respectivamente.

As Figuras 28 e 29 mostram duas imagens com o aspecto que os estados de mar definidos devem ter. Um aspecto importante do editor é que quando se termina de preencher os campos deve-se clicar no botão "Atualizar mudanças" na parte inferior. Vale destacar que as condições de mar definidas no início e no final do mesmo, bem como o "Temporal A", é definido em $t=0$ e $t=12h$. Por outro lado, o "Temporal B" é definido em $t=0$, $t=9$ e $t=18h$, fazendo com que na subpágina Temporal/Parâmetro apareçam dois momentos.

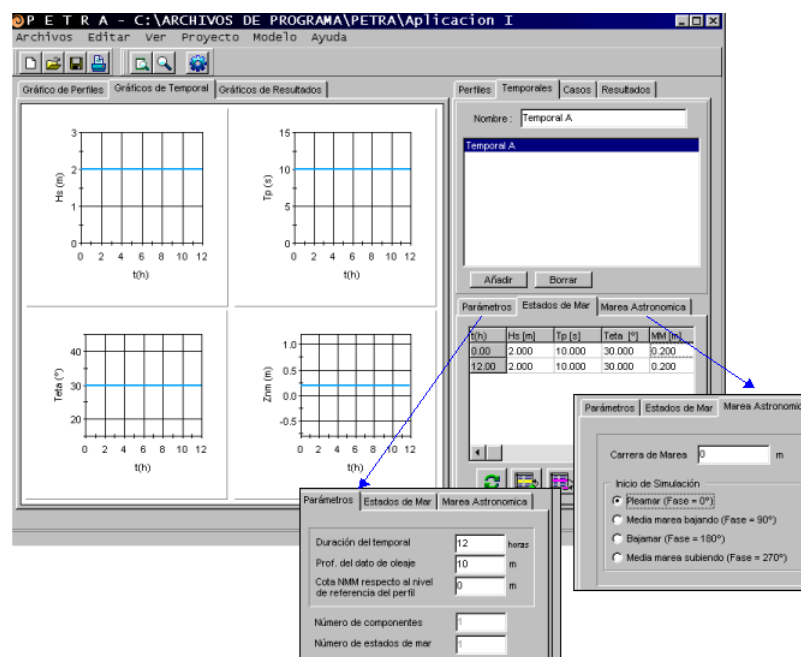


Figura 28 – Parâmetros e aspectos dos temporais criados - Temporal A.

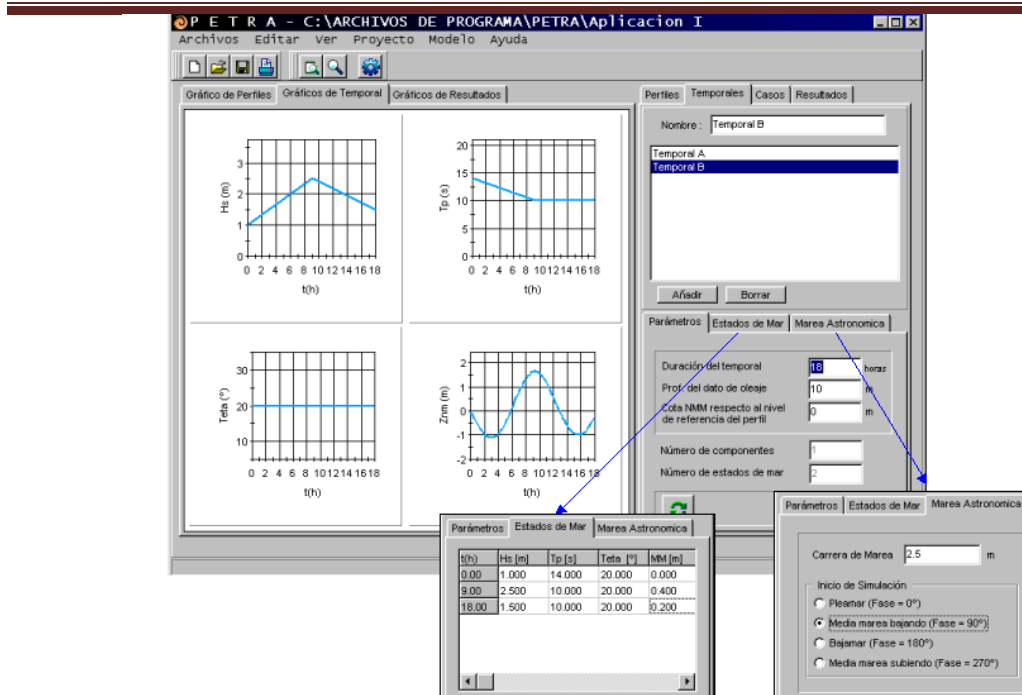


Figura 29 – Parâmetros e aspecto dos temporais criados - Temporal B.

5.3.5. Definição de casos

Os casos são definidos pela combinação dos perfis e temporais disponíveis no projeto. Então, após selecionar a página *Casos*, serão criados dois casos, "Caso A" e "Caso B", correspondentes à combinação do perfil com o "Temporal A" e "Temporal B", respectivamente. Para salvar os casos no projeto ou salvar as alterações que foram feitas clicar em "Salvar Projeto" na barra de botões. A Figura 30 mostra uma imagem da página *Casos* após a definição dos dois casos apresentados.



Figura 30 – Casos gerados a partir dos temporais A e B.

Os modelos utilizados, Thornton e Guza (1983) para ondulação e De Vriend e Stive (1987) para correntes de fundo são recomendados no PETRA. Além disso, sugerem-se valores para os parâmetros avançados que, em princípio, não devem ser alterados.

5.3.6. Execução dos casos

Os casos são executados clicando na roda dentada na barra de botões (Figura 31). Clicando no botão (A), abre-se uma janela com todos os casos possíveis. É possível selecionar um, vários ou todos, do mesmo modo que é selecionado arquivos no explorador do sistema Windows (B).

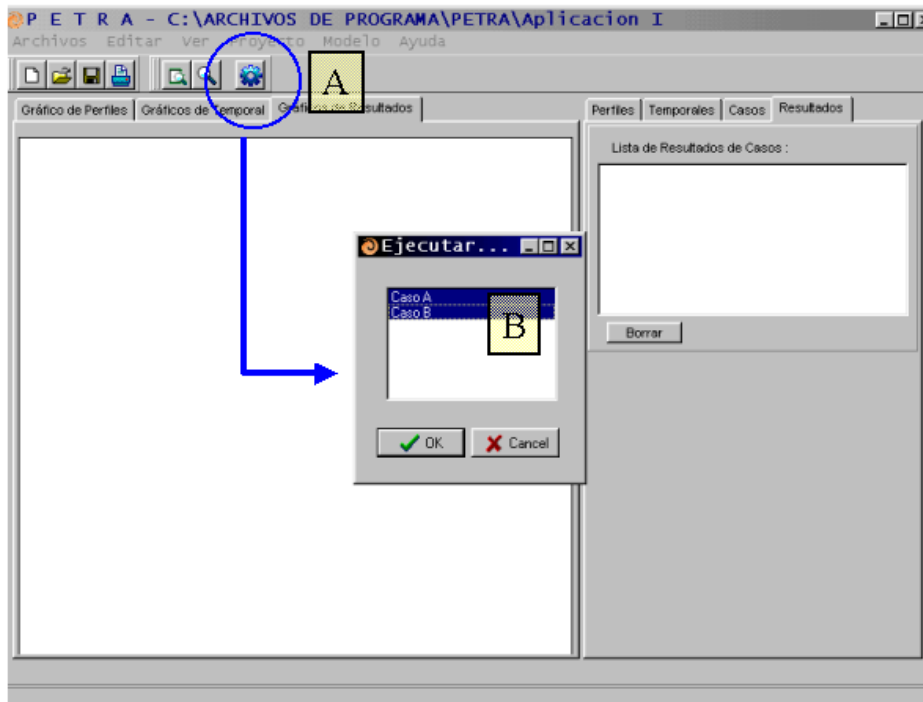


Figura 31 – Passo a passo para execução dos casos.

Ao clicar no botão "OK" da janela *Ejecutar* o modelo numérico do PETRA e a animação gráfica de suporte à simulação se iniciam. A Figura 27 mostra uma imagem em um instante determinado da execução do "Caso A". A animação tem 4 partes diferentes:

- (A): Evolução da altura da onda, nível médio e batimetria. Esse gráfico é muito útil para se observar a erosão da frente de praia e a migração dos bancos.
- (B): Barra de estado temporal. Fornece informações sobre o estado de cada ação executada.
- (C): Altura e volume de erosão / acumulação. Informa sobre a quantidade de sedimento erodido ou acumulado na simulação do perfil.
- (D): Retração da linha de costa. Dois gráficos estão disponíveis: (1) retração horizontal no nível médio do mar e (2) retração máxima horizontal a partir do nível médio do mar até a berma do perfil.

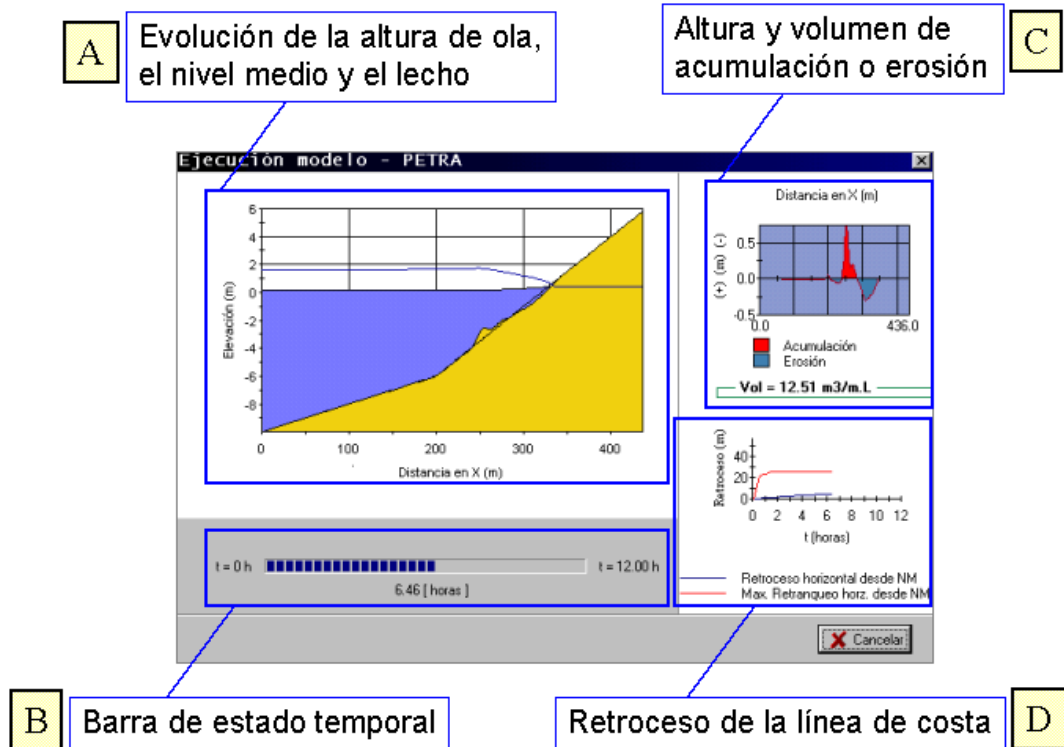


Figura 32 – Animação da execução do caso A.

No final das ações cada animação fica armazenada em um arquivo AVI que pode ser localizado em um subdiretório do programa PETRA. A Figura 33 mostra a localização dos arquivos das animações no explorador de arquivos do sistema do Windows. As animações podem ser visualizadas ao abrir o arquivo, caso um programa de leitor de arquivos AVI esteja instalado no computador.

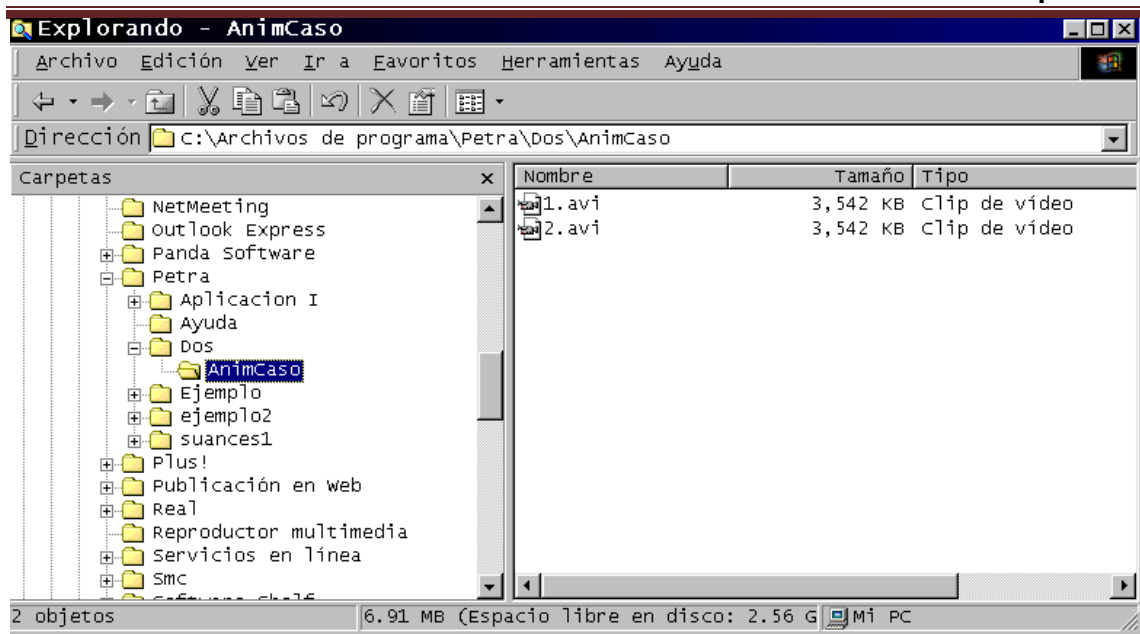


Figura 33 – Diretório onde se encontra as animações geradas para os casos executados.

5.3.7. Visualizar resultados

Selecionando a página *Resultados* é possível observar gráficos que podem representar:

- Evolução espacial de altura de onda, correntes de retorno, sobre-elevação do nível médio, transporte de sedimentos e perfil;
- Evolução temporal da retração horizontal no nível médio do mar e da retração máxima horizontal a partir do nível médio do mar até a berma do perfil.

As evoluções espaciais são representadas nos instantes definidos na subpágina *Casos/Parâmetros avançados* (número total de cenários padrão = 2). Assim, para a duração de um estado de mar de 12 horas, se obtém resultados em $t=0$ h, $t=6$ h e $t=12$ h. Para selecionar os três momentos, 0, 6 e 12h, clicar no botão "Tudo". Para representar cada item, selecionar o gráfico e em seguida o botão "Visualizar".

Como exemplo as Figuras 34, 35 e 36, mostram a imagem da evolução da altura significativa de onda, transporte de sedimentos e perfil respectivamente para o "Caso B".

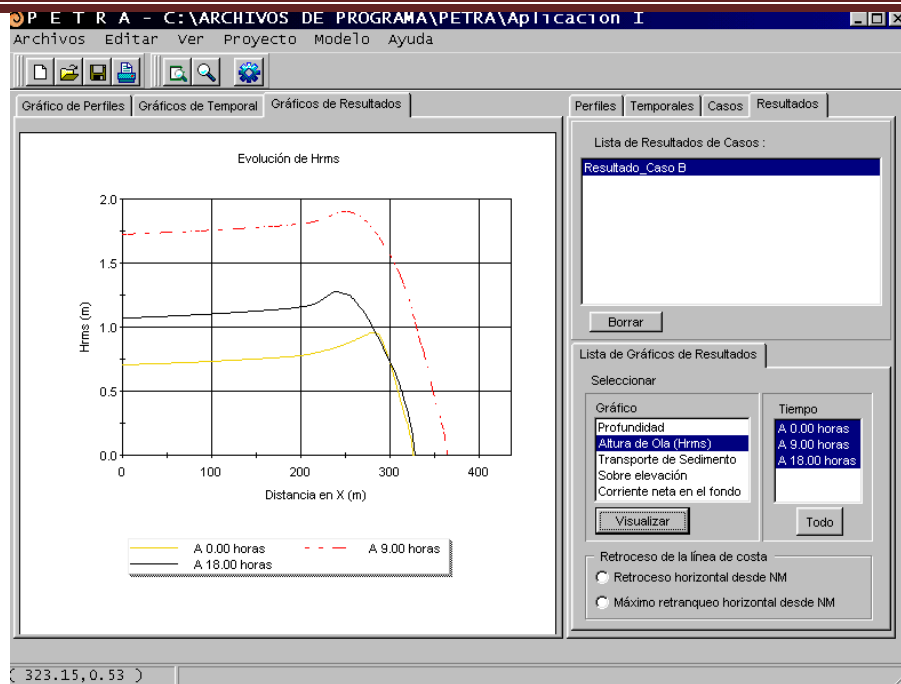


Figura 34 – Resultado da evolução da altura significativa de onda para o caso B.

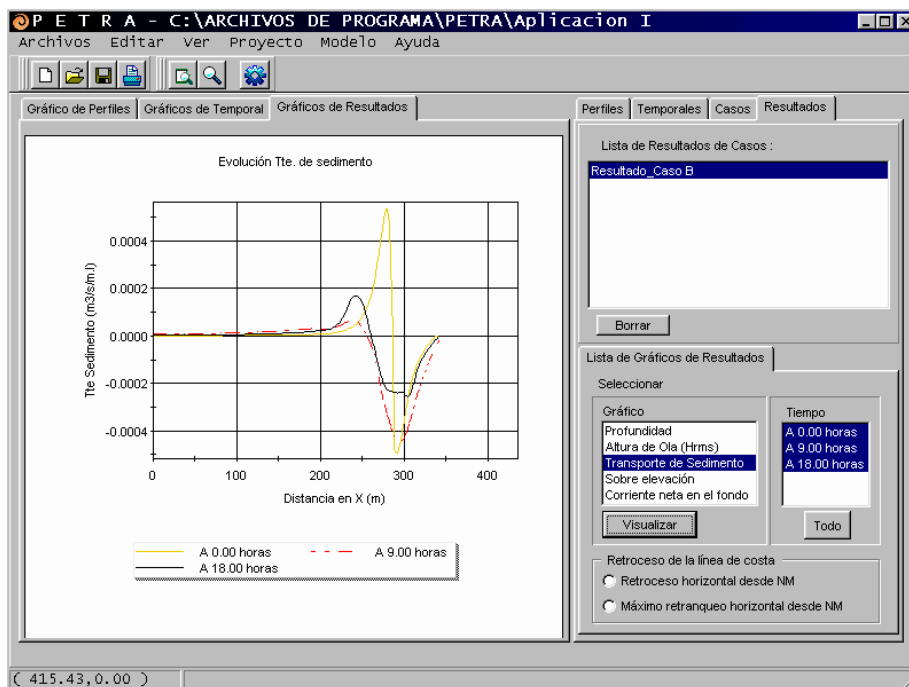


Figura 35 – Resultado do transporte de sedimentos para o caso B.

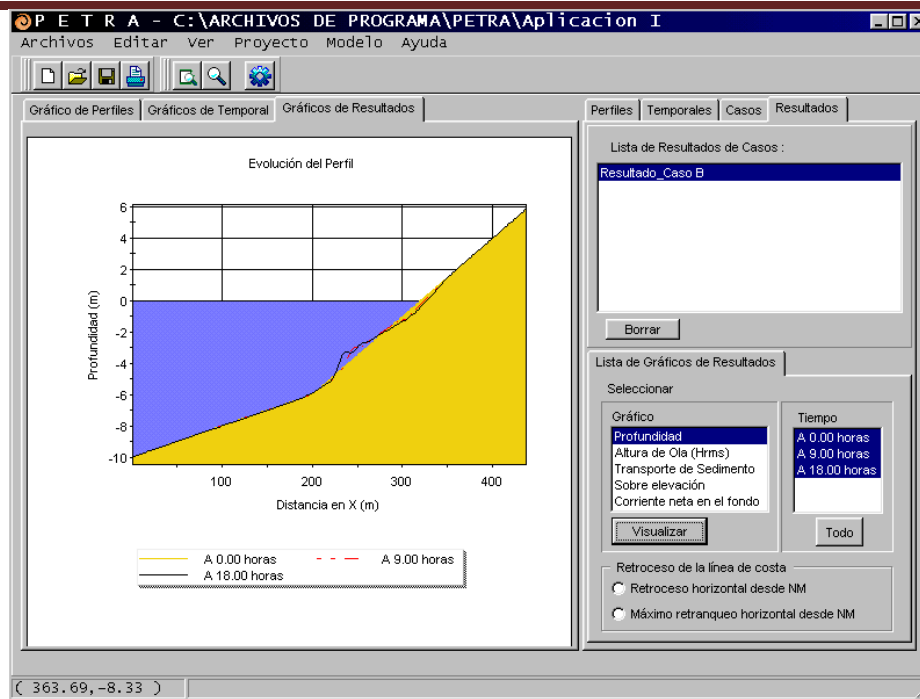


Figura 36 – Resultado da evolução do perfil para o caso B.

Como se pode observar na Figura 34, as três evoluções de altura de onda são completamente diferentes, devido aos seguintes fatores:

- A altura significativa de onda é variável ao longo do estado de mar, tal como definido no "Temporal B";
- O nível médio de propagação das ondas varia (devido à maré astronômica, meteorológica e variação do nível médio);
- O perfil varia ao longo do tempo, modificando as características das ondas em sua propagação. Nota-se, por exemplo, o forte empinamento que ocorre às 18 horas, devido à formação do banco.

Visto que a força (altura de onda) é variável ao longo do tempo, o fluxo de transporte de sedimentos também é, como evidenciado na Figura 35. A evolução morfológica representada na Figura 36 mostra os sucessivos estados erosivos da praia e do acúmulo de sedimentos na parte submersa do perfil, formando um banco. Vale notar a "divisão" que o estado de mar causa ao perfil de praia: um perfil de empinamento até a crista do banco e posteriormente, um marcado perfil de quebra.

O outro tipo de gráfico que se pode representar é o de retração da linha de costa. A Figura 37 mostra uma imagem com a retração da linha de costa, medida

horizontalmente a partir do nível médio. Observa-se que a variação mais rápida da retração ocorre quando a dinâmica está mais ativa (entre 7 e 11h ocorre o pico temporal e de preamar).

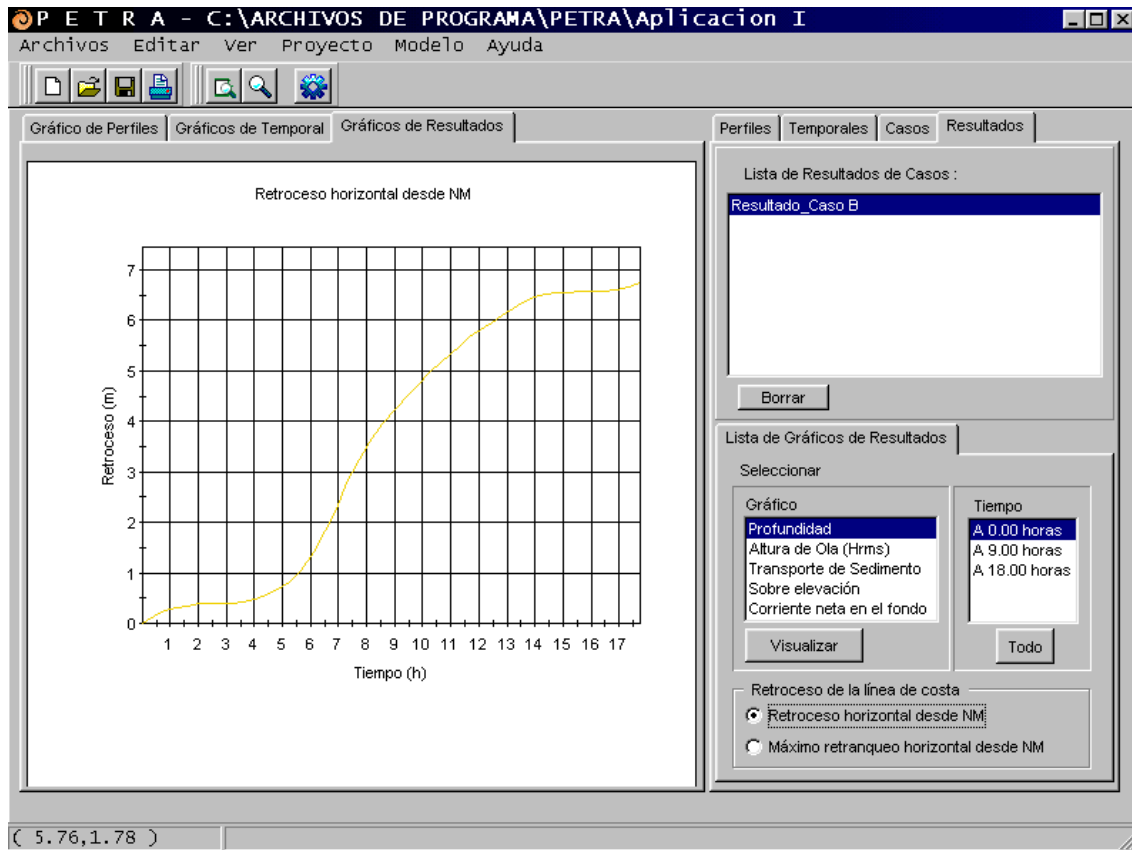


Figura 37 – Resultado da retração da linha de costa para o caso B.

5.3.8. Imprimir resultados

Existem duas opções para impressão de resultados. Por um lado se pode imprimir a partir da barra de botões (na impressora padrão para o sistema Windows) e por outro lado, se pode seleccionar na barra de menus "Arquivo/impressora" e modificar a impressora. Com a impressão se obtém em uma folha de tamanho A4 uma ficha com as seguintes características:

- Nome do projeto;
- Caso;
- Perfil seleccionado com as propriedades do sedimento e da água;
- Estado de mar;

- Tipo de modelo de dissipação de energia de onda e correntes de fundo;
- Gráfico de perfil inicial;
- Gráfico da evolução ao longo do tempo do estado de mar;
- Gráfico do item selecionado na página *Resultados*:
 - Altura significativa de onda;
 - Correntes de retorno;
 - Variação do nível médio;
 - Transporte de sedimentos;
 - Evolução do perfil, profundidade, fundo ou batimetria;
 - Retração da linha de costa (a partir do NM ou máximo);

A Figura 33 apresenta como exemplo o gráfico impresso correspondente ao "Caso B", com a evolução do perfil.

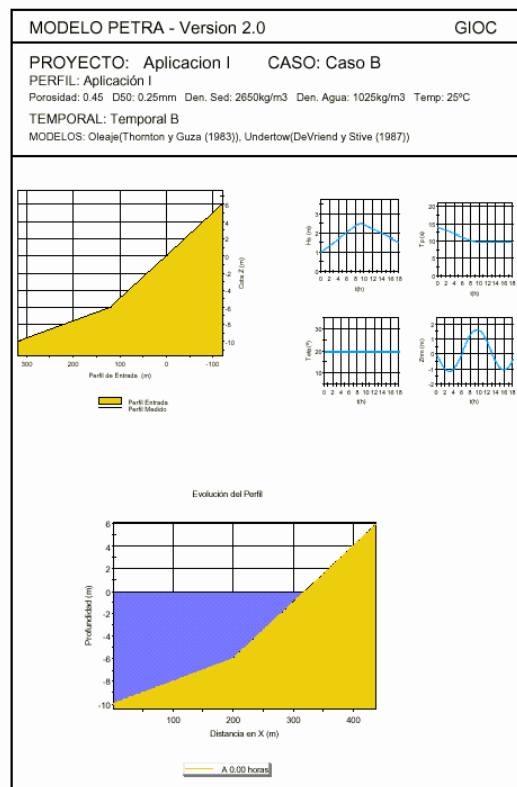


Figura 38 – Exemplo de gráfico impresso.

5.3.9. Copiar elementos

O PETRA oferece a possibilidade de copiar a imagem do gráfico ativo nas páginas de gráficos e exportá-la para outros programas, como um processador de texto. Selecionar "Edição/Copiar" na barra de menu para obter uma cópia.

5.4. Aplicação II: Praia de La Concha, Suances (Cantabria)

A simulação de um perfil de praia na praia de La Concha, localizada na cidade de Suances (Cantabria) será realizada. A praia, com orientação NNE, tem um tamanho médio de sedimento de $D_{50} = 0,20\text{mm}$, densidade = 2650 kg/m^3 , porosidade = $0,5$ e é protegida na parte ocidental pela ponta del Torco. A Figura 39 mostra a imagem da praia de La Concha (Espanha) obtida com o SMC. A linha de costa definida está localizada na borda de um calçadão ao longo da praia.

Em seguida se obterá o perfil que será simulado e o estado de mar propagado do início do perfil. Para isso se utiliza as ferramentas do módulo de interpolação do terreno do SMC e o modelo de onda OLUCA-MC do pacote MOPLA (consultar o Manual de Referência OLUCA-MC – IH CANTABRIA – MMA, 2017b)).

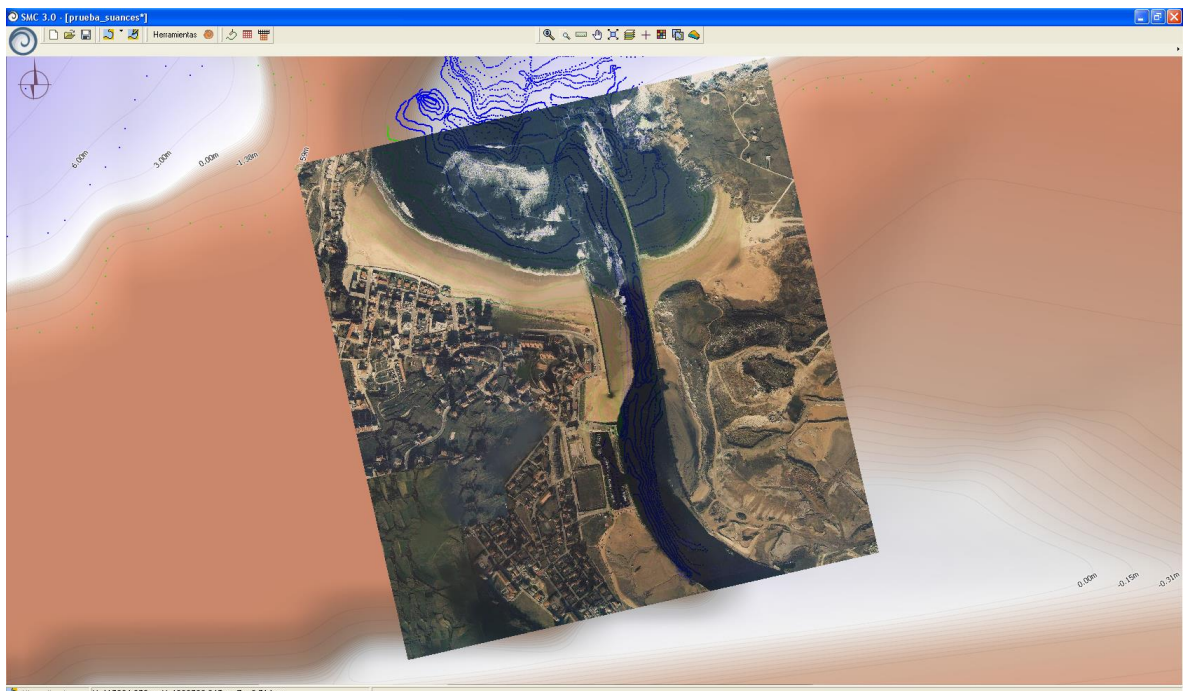


Figura 39 – Imagem da praia de La Concha.

5.4.1. Obtenção do perfil

Para se obter o perfil que será simulado utiliza-se um exemplo de aplicação de SMC na praia de La Concha, Espanha (pode ser feito com qualquer projeto já criado).

O processo para definição do perfil é mostrado na imagem da Figura 45.

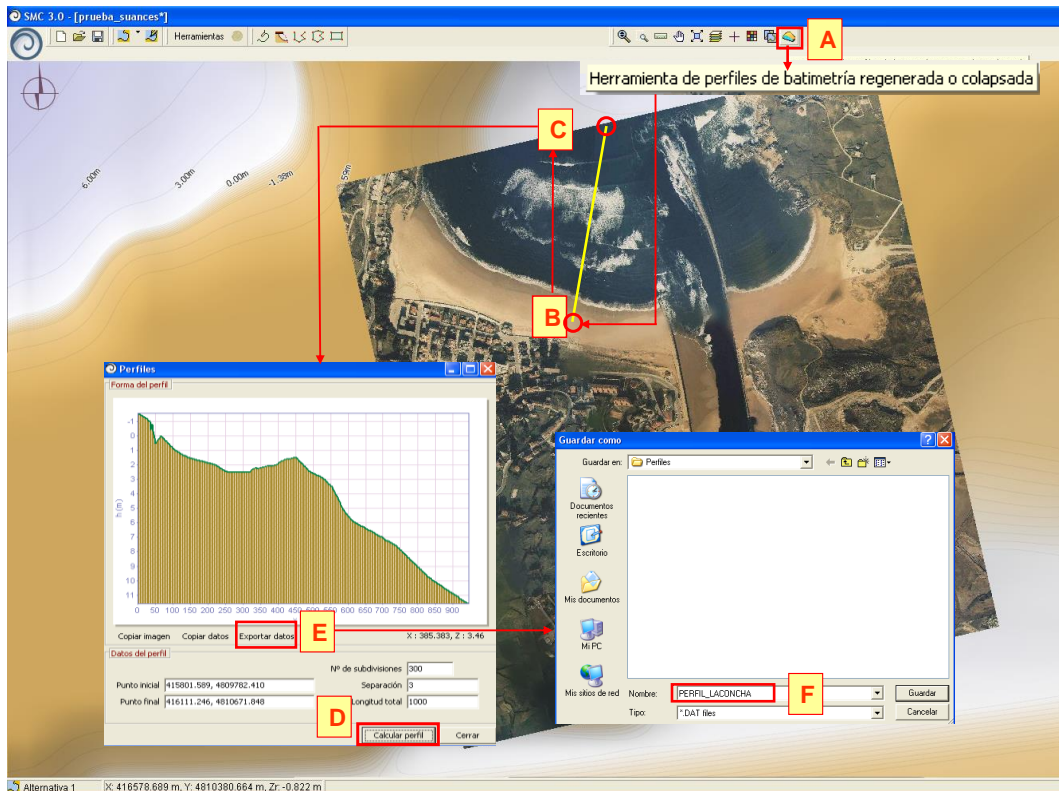


Figura 40 – Processo para definição de um perfil.

Em primeiro lugar, (A) clica-se na barra de botões do SMC a opção "ferramenta de perfil da batimetria base". Na sequência se define o ponto de início do perfil (B) sobre a praia seca e o ponto final (C), em direção ao mar. Em seguida aparece uma janela de diálogo onde (D) define o número de pontos em que se deseja dividir o perfil (300) e assim "Calcular Perfil", ação que permite ver o corte sobre o terreno. Uma vez criado o perfil, selecionar exportar dados para assim exportá-los para um arquivo no formato ASCII usado pelo PETRA (E). Salva-se o arquivo (F) com o nome "perfil_LaConcha.dat" em um diretório conhecido. Cabe destacar que o arquivo .DAT gerado é composto por 4 colunas (as duas primeiras colunas são as coordenadas UTM's e as outras duas "x" e "z", respectivamente), o programa PETRA só lê formatos de duas colunas ("x" e "z"), de modo que é necessário remover as duas primeiras colunas em qualquer outro editor.

5.4.2. Cálculo do temporal

O estado de mar escolhido para a simulação morfodinâmica tem as seguintes características em profundidades indefinidas:

- Temporal constante de 36 horas de duração;
- Altura de onda significativa de 3m;
- Período de pico de 12s;
- Direção de onda NNW;
- Maré meteorológica de 0,10m;
- Amplitude da maré de 4m, com início em preamar.

Com o modelo MOPLA essa onda se propaga (usando o OLUCA-MC³) para a praia⁴. As malhas utilizadas (malha exterior ou próxima ao limite superior da área em águas profundas e malha de detalhe com a propagação até a praia) são mostradas na Figura 41.

³ Admite-se que a propagação realizada com o modelo de ondas monocromático OLUCA-MC é válida para estimar H_s , T_p e θ

⁴ Mesmo que a maré modifique a propagação da onda, a propagação foi realizada pelo nível situado no nível médio de Suances. Isso é 2,85m sobre o nível de referência.

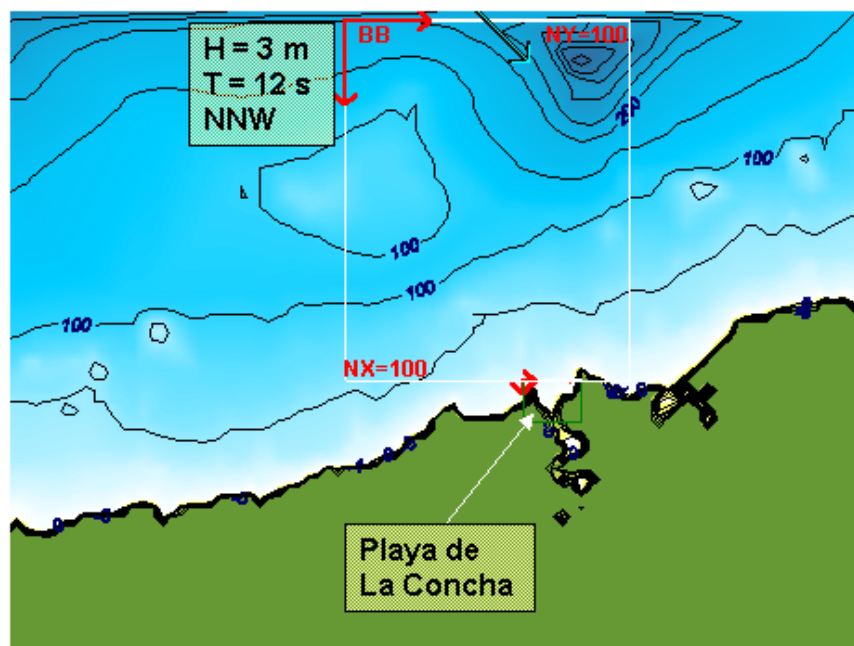


Figura 41 – Propagação das ondas na praia de La Concha.

Nas Figuras 42 e 43 os resultados das propagações são apresentados na malha de detalhe (frentes de ondas e isolinhas de altura de onda). Como se pode observar, a refração e o abrigo da *Ponta del Torco* reduz, na zona onde o perfil da altura de onda foi definido, em cerca de metade do seu valor. A partir destes gráficos conclui-se que as características do estado do mar no perfil são $H_s = 2,5\text{m}$, $T_p = 12\text{s}$ e $\theta = 6^\circ$ (em relação ao eixo do perfil).

Gráfico: Frentes

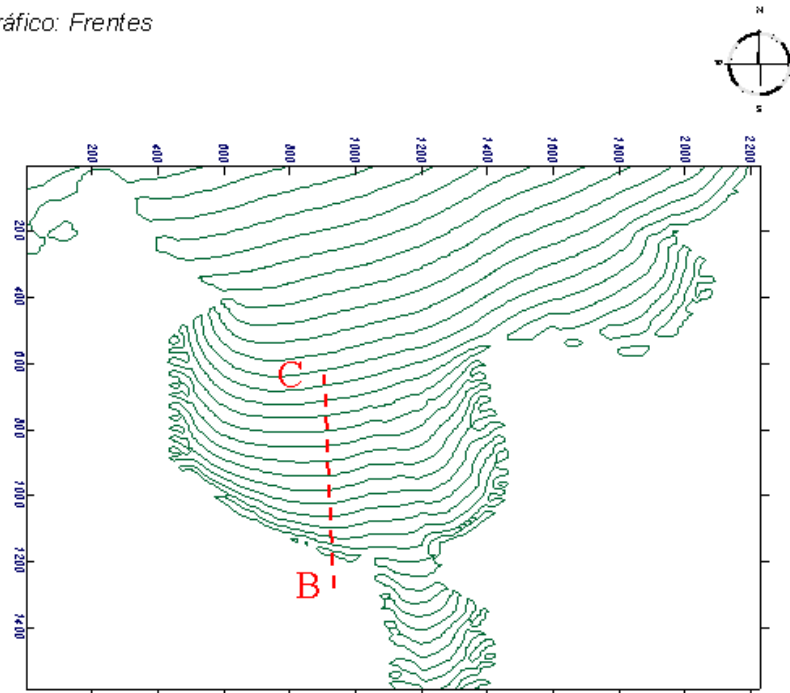


Figura 42 – Resultado das frentes de ondas propagadas.

Gráfico: Altura de ola

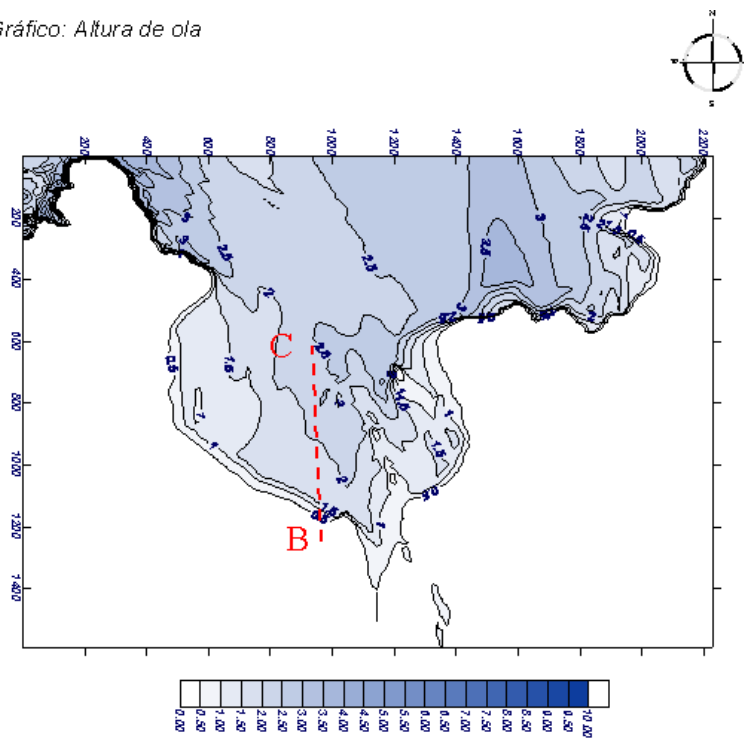


Figura 43 – Resultado das alturas de ondas propagadas.

5.4.3. Simulação com o PETRA

Uma vez conhecida a batimetria do perfil e as características do temporal no perfil, realiza-se o cálculo da evolução morfológica do perfil. Assim, como no exemplo da Aplicação I, a primeira coisa a fazer no PETRA é definir o perfil. Neste caso, o perfil é carregado a partir do arquivo, seguindo-se os passos listados na Figura 44.

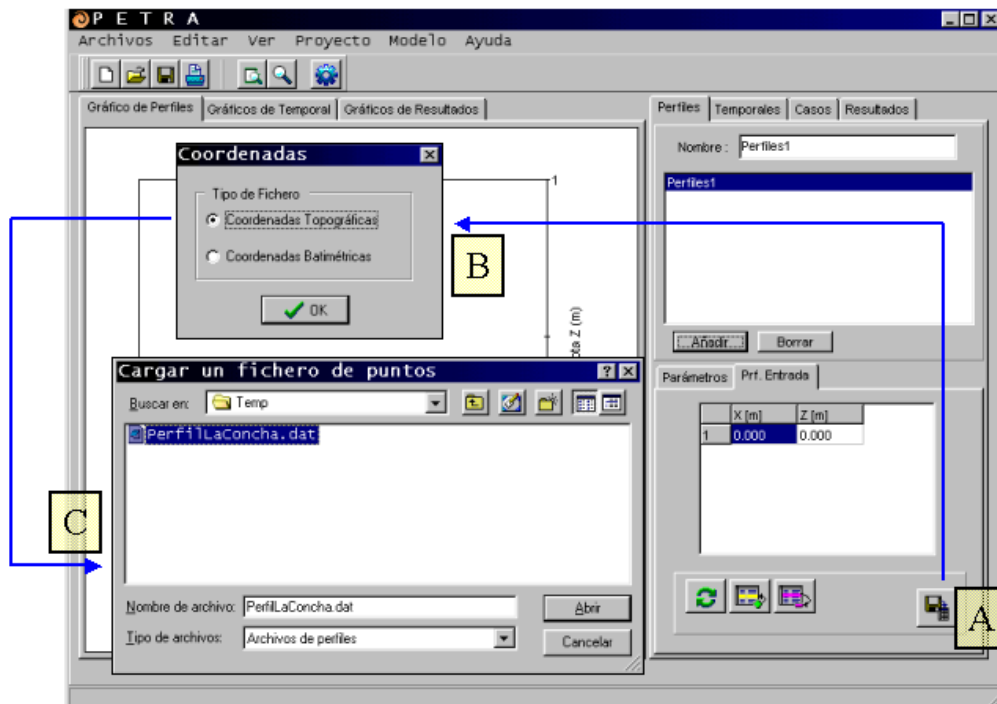


Figura 44 – Carregar o perfil criado para a interface PETRA.

O processo de definição dos elementos das páginas *Perfis*, *Temporais* e *Casos*, é o mesmo da Aplicação I, apesar de que vários aspectos relativos ao nível de referência e ao calçadão que existe na praia de La Concha devem ser considerados.

Nível de referência

É importante ressaltar que o nível de referência do perfil se refere ao zero de cada carta náutica, então para se referir ao nível médio do mar, em Suances, é necessário somar 2,85 m. Por isso, na página *Temporais* do PETRA, no campo "Cota NMM relativa ao nível ..." deve-se escrever 2.85 (o programa não aceita separação por vírgula).

Calçada à beira mar

A praia de La Concha possui um calçada à beira mar, por isso para simular corretamente a evolução morfológica do perfil, um muro deve ser colocado. Para isso, na página *Perfis* deve-se ativar a opção "Muro" e preencher o campo "Distância em X de localização" com a coordenada horizontal do muro em relação ao sistema de referência do perfil de "PerfilLaConcha.dat". Sendo, neste caso, $x = 0\text{m}$.

Resultados

A Figura 45 mostra a evolução morfológica obtida com o PETRA. Como se pode observar, a erosão produzida ocorre na frente de praia até a área do calçada, produzindo uma erosão de mais de 1m verticalmente. Além disso, na parte submersa do perfil ocorre um deslocamento e deformação do banco.

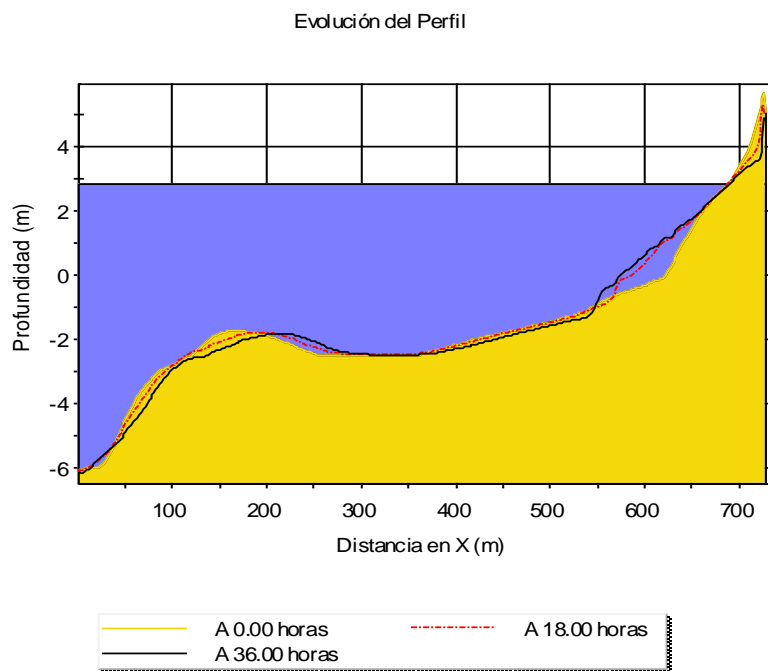


Figura 45 – Evolução morfológica da praia La Concha gerada no programa PETRA.

CAPÍTULO 6: REFERÊNCIAS

DE VRIEND, H.J.; STIVE, M.J.F. Quasi-3D modelling of nearshore currents. **Coastal Engineering**, v.11, n.5/6, p.565–601, 1987.

IH CANTABRIA – MMA. **Sistema de Modelagem Costeira, SMC – Brasil: Manual do Usuário – SMC 3.0**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2017a.

IH CANTABRIA – MMA. **Sistema de Modelagem Costeira, SMC – Brasil: Manual de Referência – Modelo de Propagação de Ondas Monocromáticas em Praias (OLUCA - MC)**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2017b.

THORNTON, E.B.; GUZA, R. T. Transformation of wave height distribution. **Journal of Geophysical. Research**, v.88, p.5925-5983, 1983.