

Area 3. Processi ambientali

Line 3.5 Quantità e qualità degli scambi tra laguna e mare

WBS3: Modellistica

ANALISI DEI FLUSSI ATTRAVERSO LE BOCCHE DI PORTO MEDIANTE MODELLO IDRODINAMICO FEM

Andrea Cucco *

Georg Umgiesser *



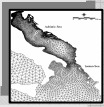
** CNR, ISDGM S. Polo 1364 30125 Venezia*

Resp. Prg.: **Andrea Mazzoldi ***

21 Gennaio 2003

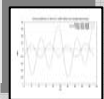
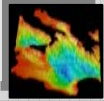
Fase I°

"Implementazione del modello e calibrazione"



Assemblaggio della griglia ad elementi finiti e riproduzione della morfologia.

- dati geo-referenziati della linea di costa del Mar Adriatico e della Laguna di Venezia;
- dati batimetrici geo-referenziati dell'area lagunare e della fascia costiera del Golfo di Venezia;
- griglia agli elementi finiti costituita da 8072 nodi e 15269 elementi;
- ricostruzione della batimetria dell'area in esame.

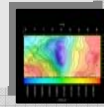


Taratura del modello sul livello mareale: riproduzione della marea astronomica.

- modifica delle *boundary conditions*;
- confronto con stazioni Adriatiche;
- riproduzione della marea astronomica a D.S.L..

Fase II°

"Corroborazione dei risultati"

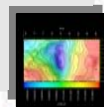


Validazione dei flussi alle bocche di porto (sole componenti mareali).

- Malamocco e Lido: confronto flussi stimati da modello con valori sperimentali ADCP;
- riduzione dell'errore nella riproduzione dei livelli interni alla Laguna mediante ri-calibrazione del coefficiente di attrito al fondo.

Fase II°

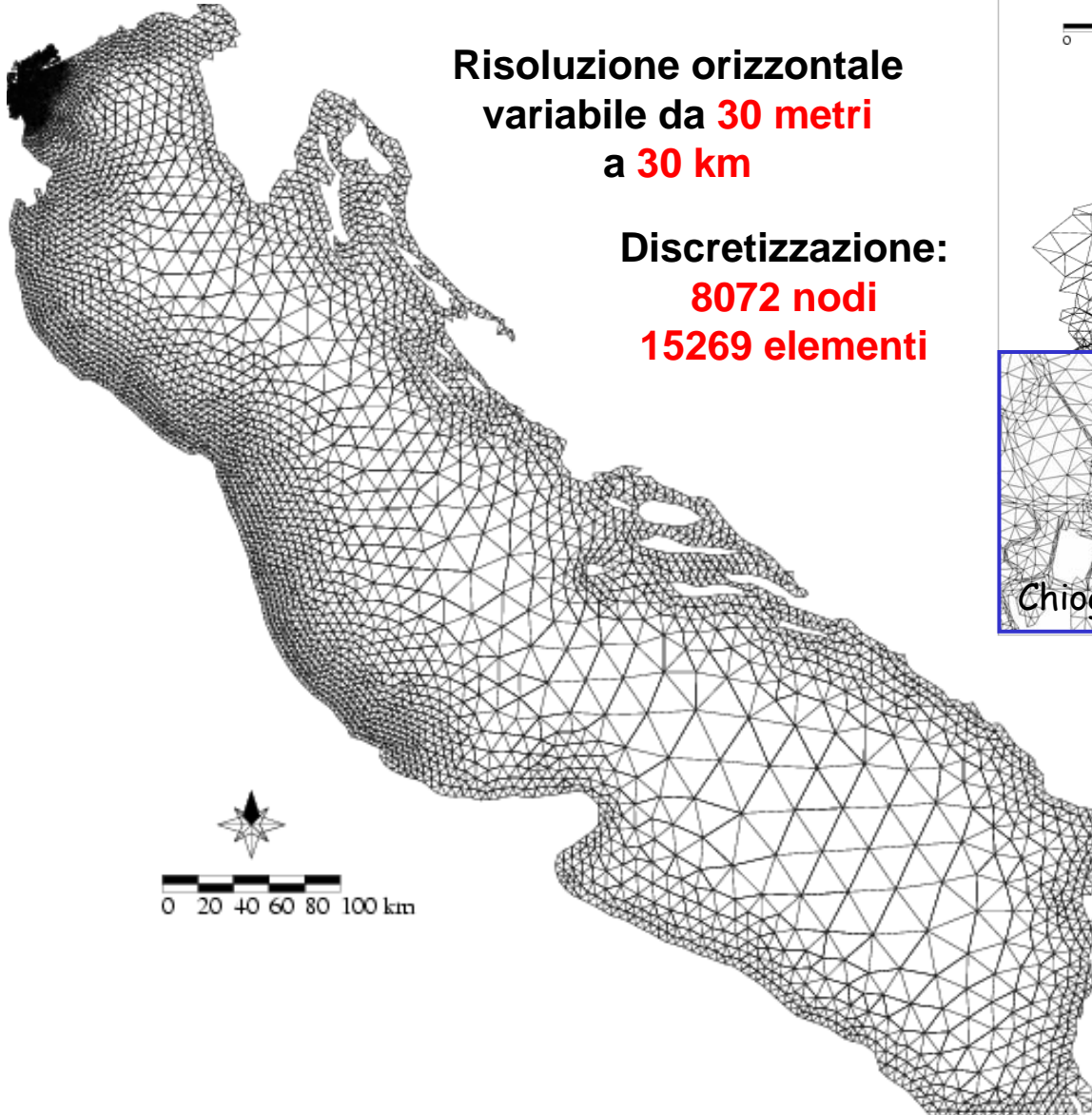
"Riproduzione dei residui"



Riproduzione del segnale residuale della marea a Venezia

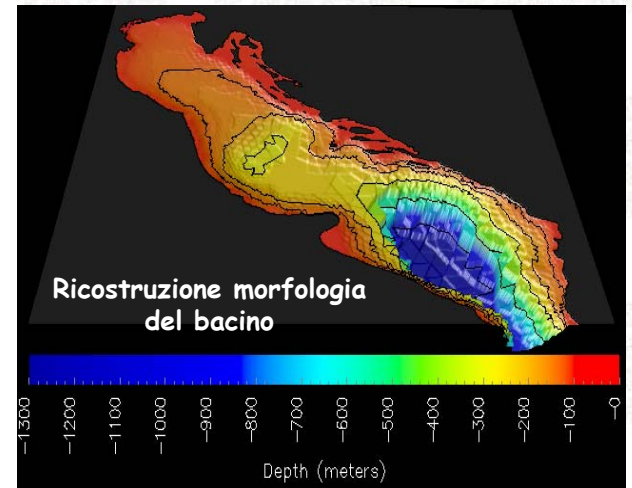
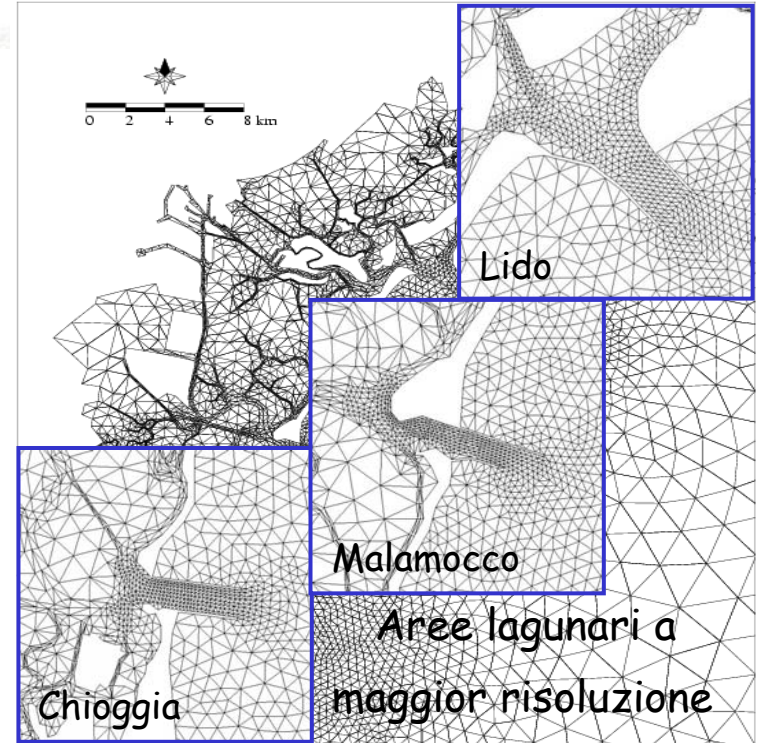
- dati meteorologici di vento e pressione di tutta l'area Mediterranea (ECMWF);
- implementazione modello "storm surge" del Mare Mediterraneo;
- riproduzione della componente del livello di marea generata dalle sole forzanti meteo;
- riproduzione dei livelli e degli scambi alle bocche mediante "annidamento" tra i moduli Adriatico e Mediterraneo.

GRIGLIA AD ELEMENTI FINITI DELLA LAGUNA DI VENEZIA E DEL MARE ADRIATICO



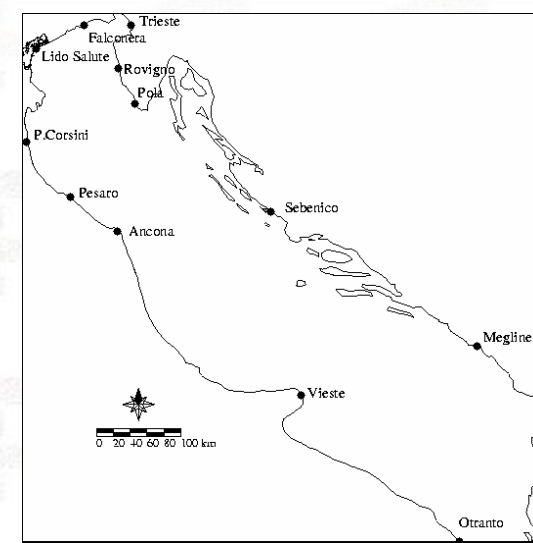
Risoluzione orizzontale
variabile da **30 metri**
a **30 km**

Discretizzazione:
8072 nodi
15269 elementi

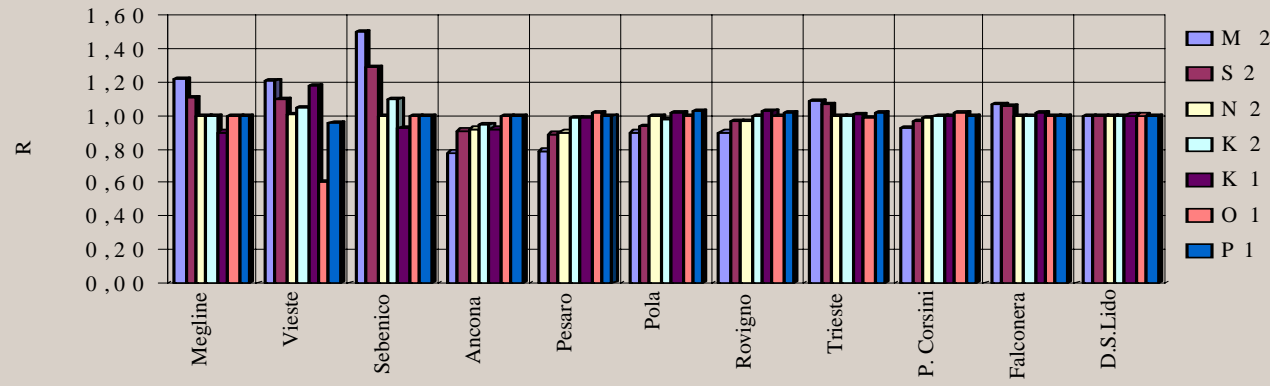


TARATURA DEL MODELLO SUI LIVELLI DI MAREA

- Modifica delle condizioni al contorno imposte lungo il bordo aperto del canale d'Otranto.
- Confronto tra i risultati dei *runs* di calibrazione con i dati sperimentali di livello per 11 stazioni localizzate in Adriatico.



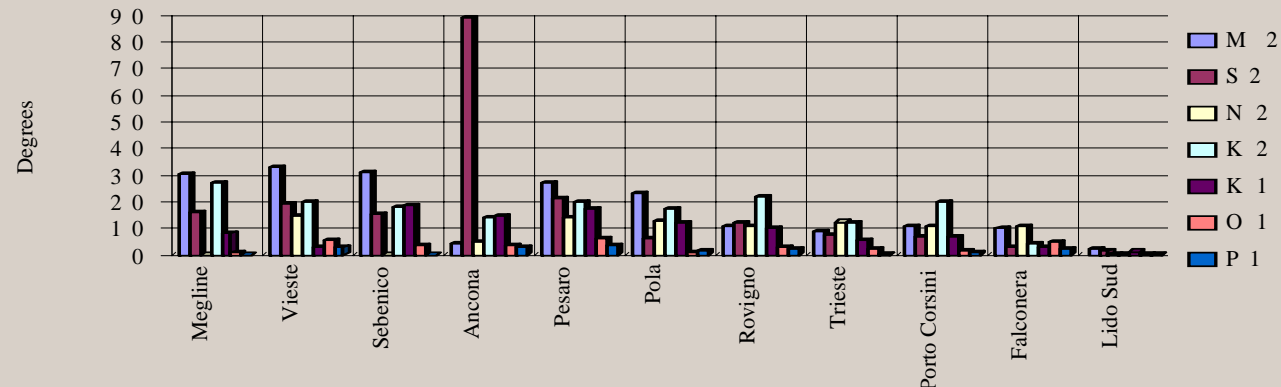
A m p l i t u d e r a t i o



Rapporti tra i risultati del modello e i valori sperimentali delle ampiezze delle 7 principali componenti mareali per ogni stazione Adriatica e Diga Sud Lido.

Differenze espresse in gradi tra le fasi delle 7 principali componenti mareali risultate dalle simulazioni modellistiche e dai valori sperimentali

P h a s e l a g



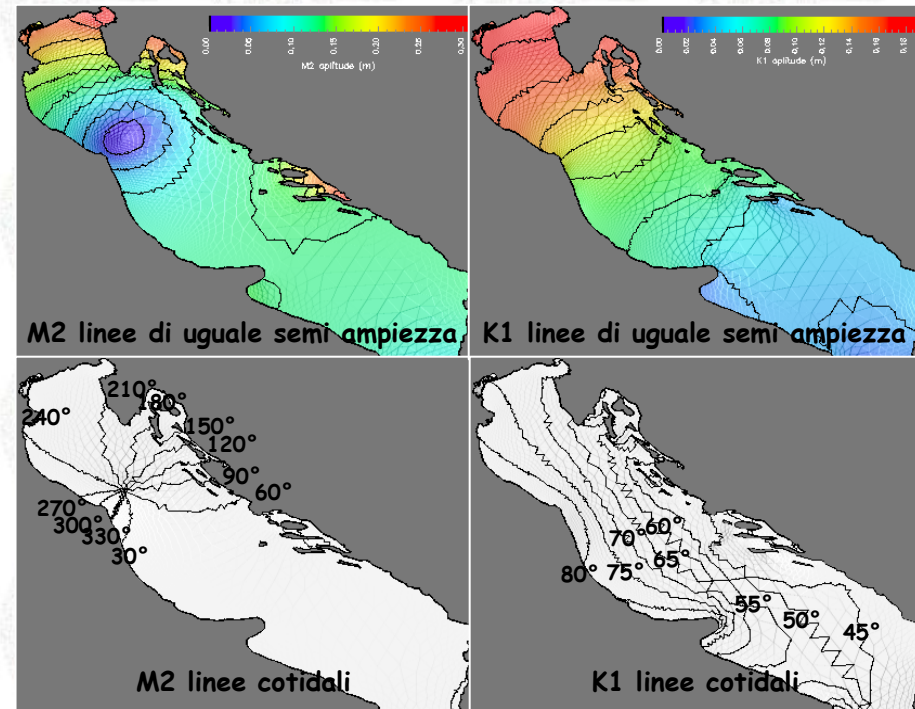
TARATURA DEL MODELLO SUI LIVELLI DI MAREA

- Propagazione dell'onda di marea riprodotta efficacemente in tutto il Nord Adriatico (Porto Corsini, Trieste, Falconera, Rovigno, Pola e Pesaro).
- Maggiore errore nella riproduzione del segnale di marea per le stazioni Centrali e Meridionali.
- Andamento della marea astronomica a Diga Sud Lido perfettamente riprodotto.

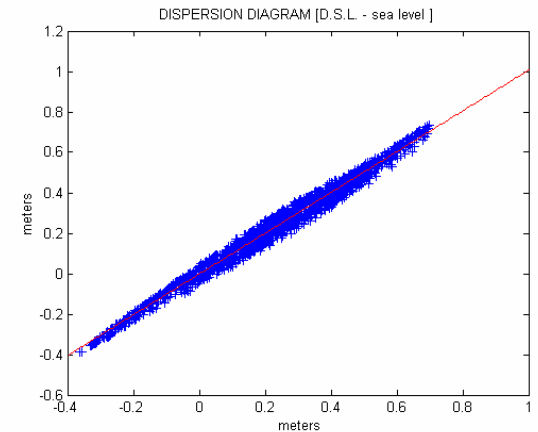
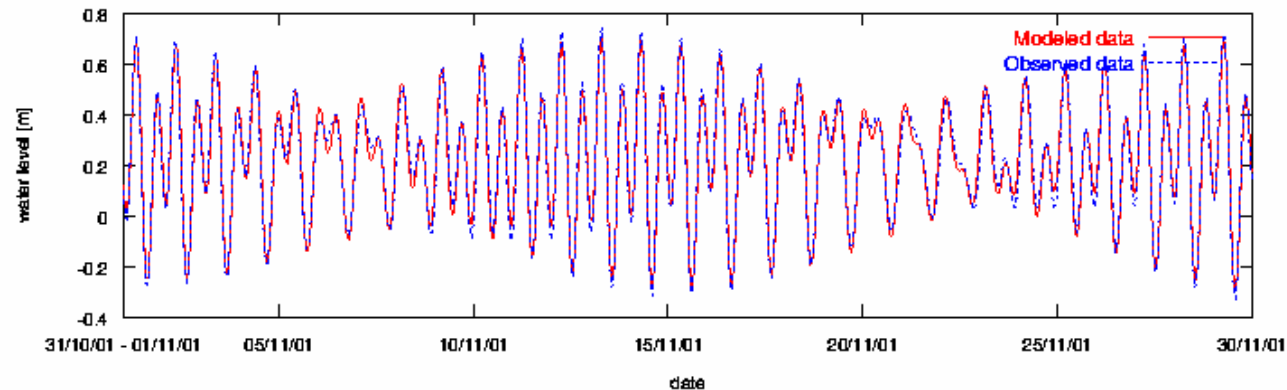
$$\overline{(A_m - A_r)} = 1 \text{ cm}$$

$$\text{I.C.}(z_m, z_r) = 0.99$$

$$\overline{(D_m - D_r)} = 4^\circ$$

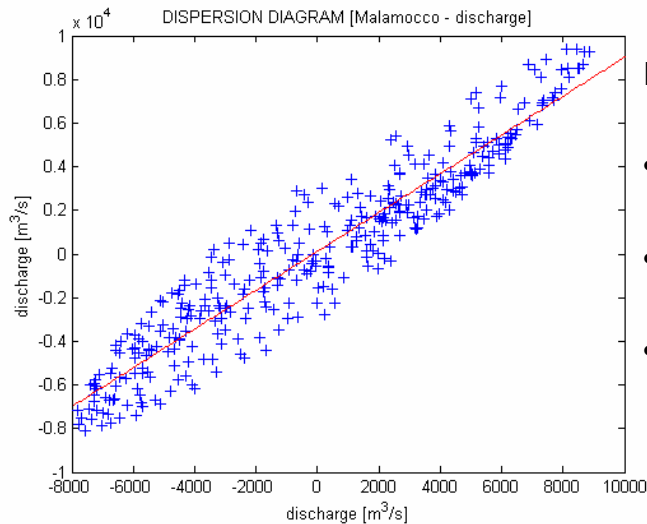


Diga Sud Lido - Tidal elevation



VALIDAZIONE RISULTATI: flussi attraverso le bocche di porto

- Simulazione della propagazione del segnale di marea astronomica.
- Stima dei flussi attraverso le bocche di porto di Malamocco e Lido mediante modello.
- Estrazione della componente astronomica dalle portate stimate sperimentalmente da dati ADCP a Lido e a Malamocco.
- Confronto risultati modello (flussi dovuti alla sola forzante mareale) con risultati sperimentali (portate calcolate da analisi armonica).

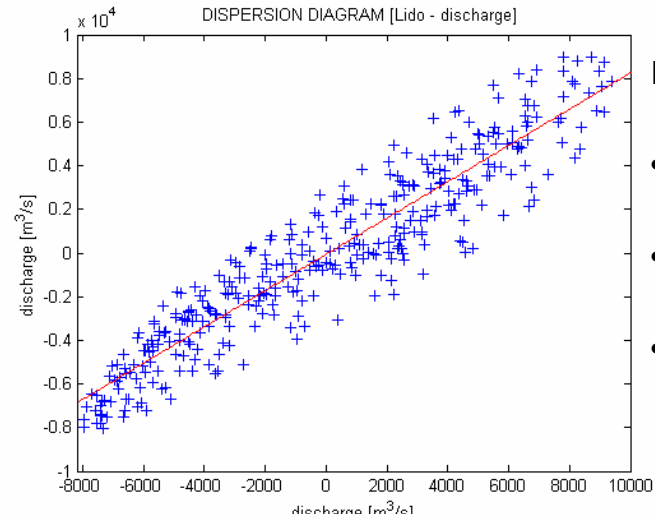


Malamocco

• I.C. (Q_m, Q_r) = 0.98

• T.F. (Q_m, Q_r) = 0.92

• $\bar{\text{Rit}} (Q_m, Q_r) = 30^\circ$



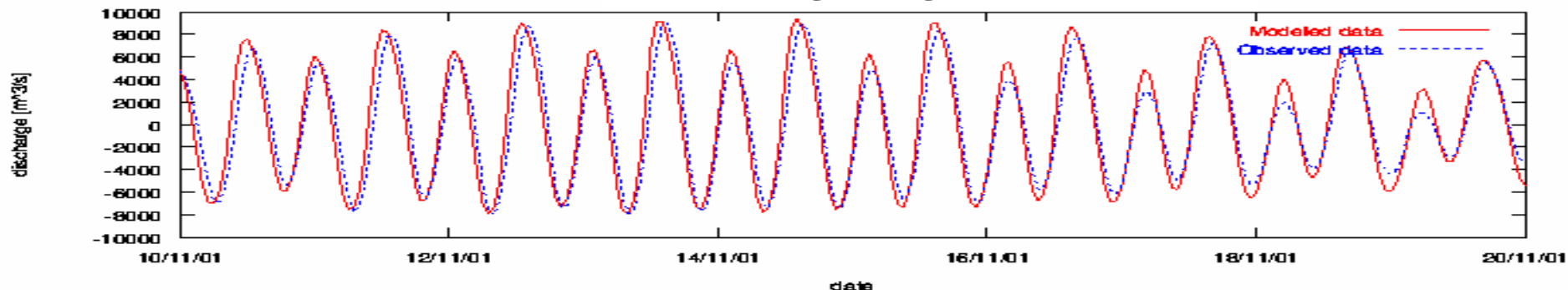
Lido

• I.C. (Q_m, Q_r) = 0.94

• T.F. (Q_m, Q_r) = 0.87

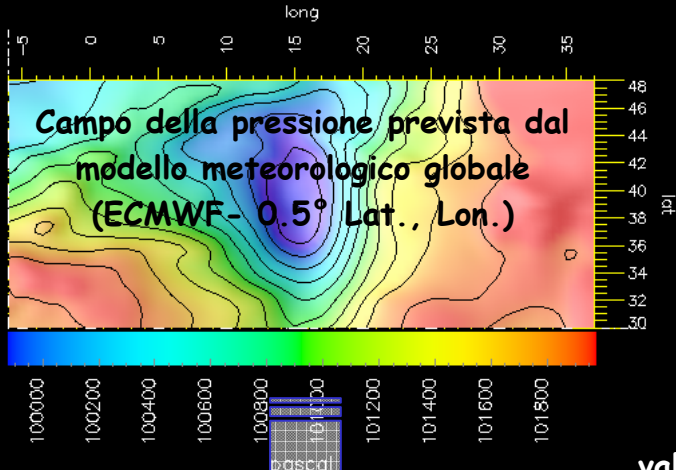
• $\bar{\text{Rit}} (Q_m, Q_r) = 20^\circ$

Lido – discharge through inlet



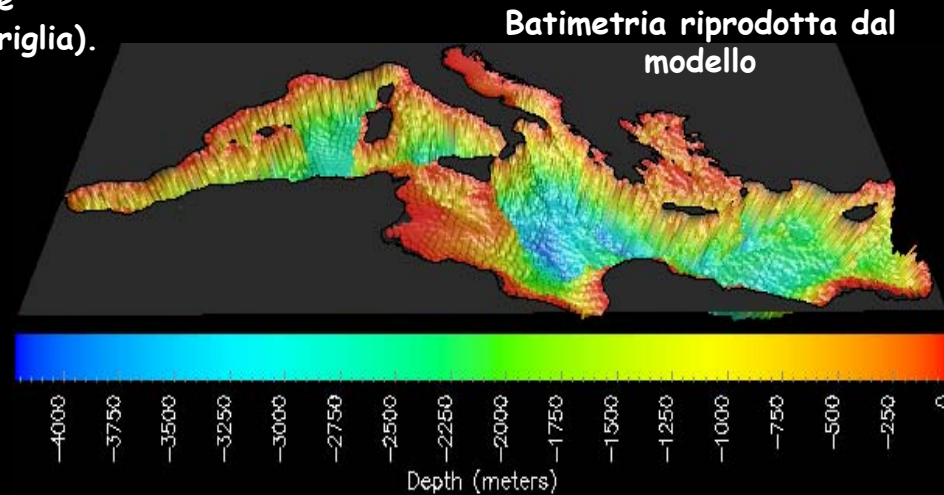
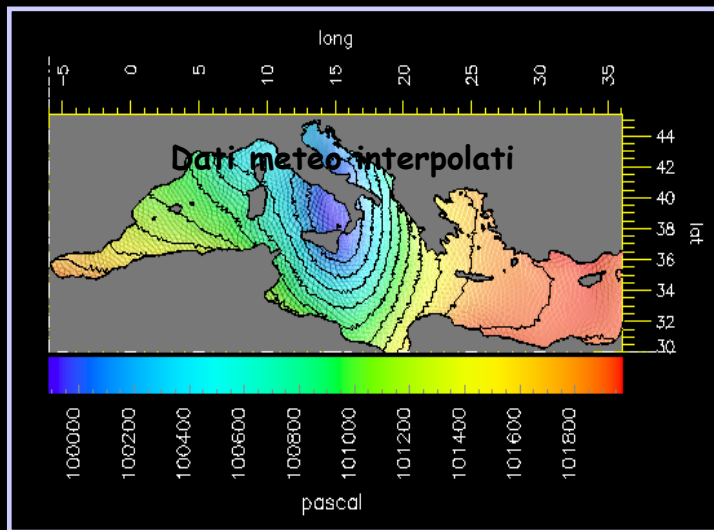
RIPRODUZIONE RESIDUI: livello in Alto Adriatico e flussi attraverso le bocche di porto

- Modello *storm surge* agli elementi finiti di tutto il Mar Mediterraneo.
- Forzanti: campi di vento e pressione su tutto il dominio spaziale ($DX=DY=0.5^\circ$, $Dtime=6$ hh).



Processamento dati iniziali

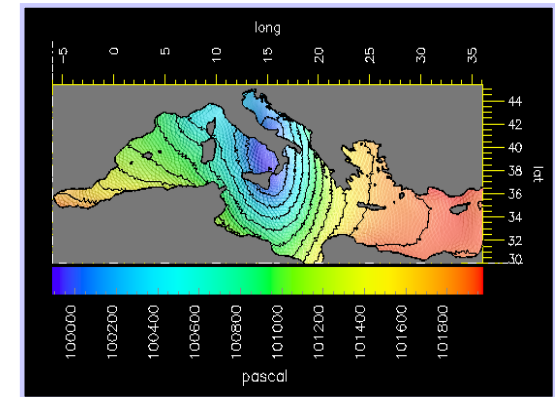
Input data-set:
valori di vento e pressione
su ogni punto del dominio
spaziale
(nodi della griglia).



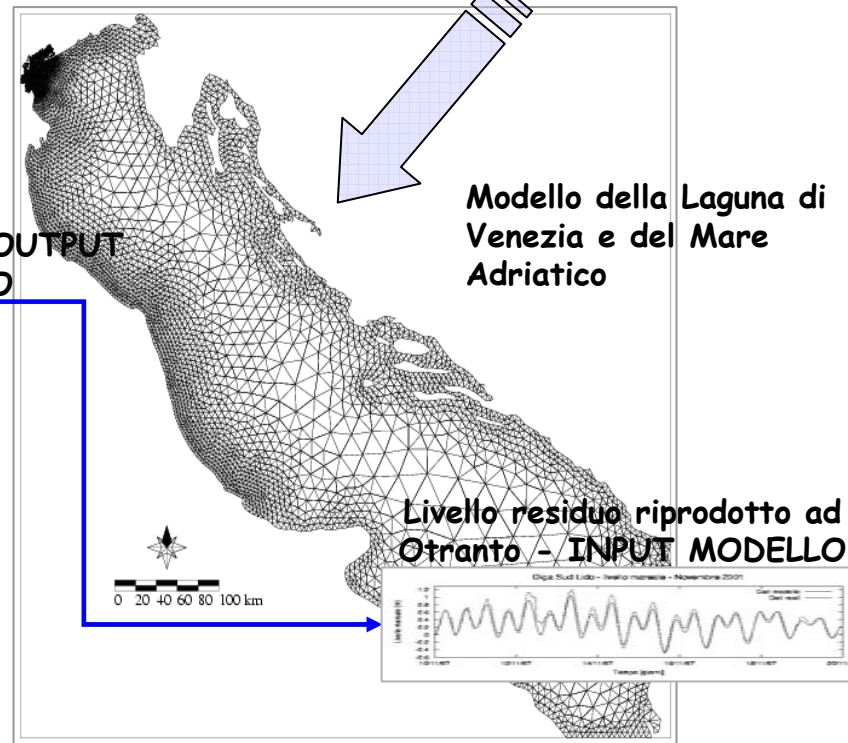
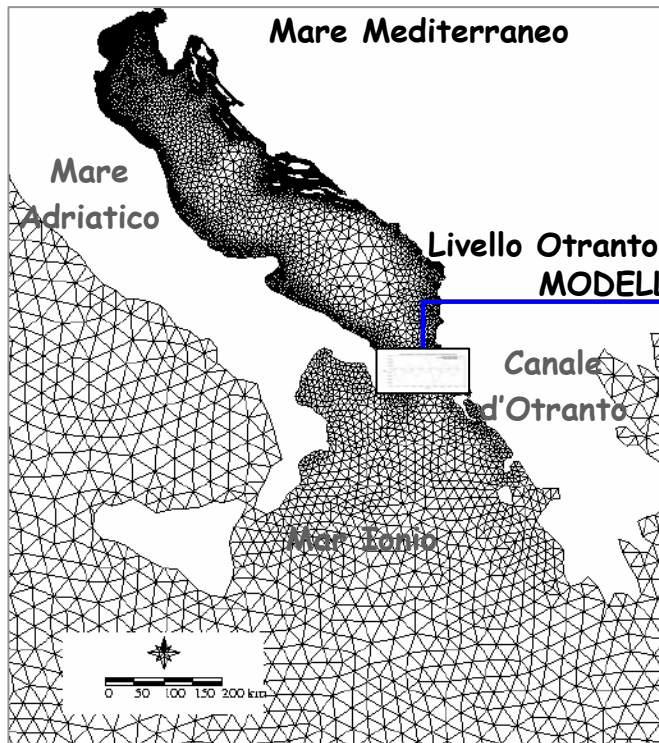
RIPRODUZIONE RESIDUI: livello in Alto Adriatico e flussi attraverso le bocche di porto

- Ricostruzione segnale di marea residua a Diga Sud Lido.
- Confronto risultati modello con dati sperimentali.
- Estrazione del livello simulato da modello lungo il canale d'Otranto e successivo utilizzo come input forzante nel modello della Laguna di Venezia e del Mar Adriatico.
- Determinazione dei flussi residui attraverso le tre bocche di porto.

Input meteo data-set



Modello storm surge del
Mare Mediterraneo



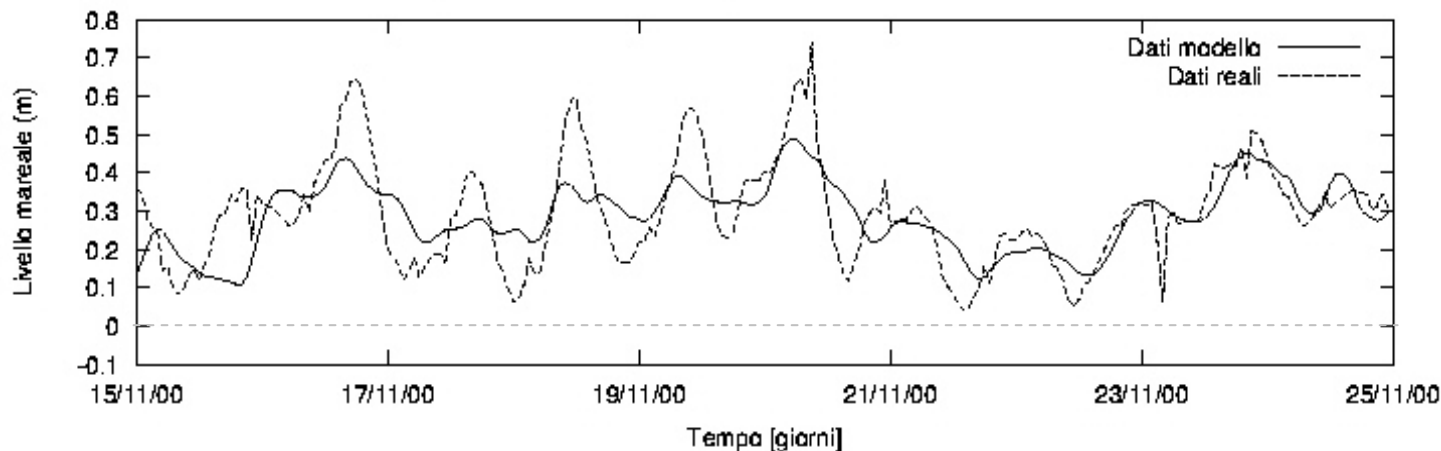
**STATISTICHE
SERIE TEMPORALE
LIVELLO RESIDUO
MODELLO -
MAREOGRAFO**

<i>Livello residuo (m)</i>	<i>Media</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>D.Std.</i>	<i>Cor. Coef</i>
<i>Mareografo (2000)</i>	0.24	-0.15	1.04	0.16	0.62
<i>Modello (2000)</i>	0.24	-0.05	0.65	0.13	

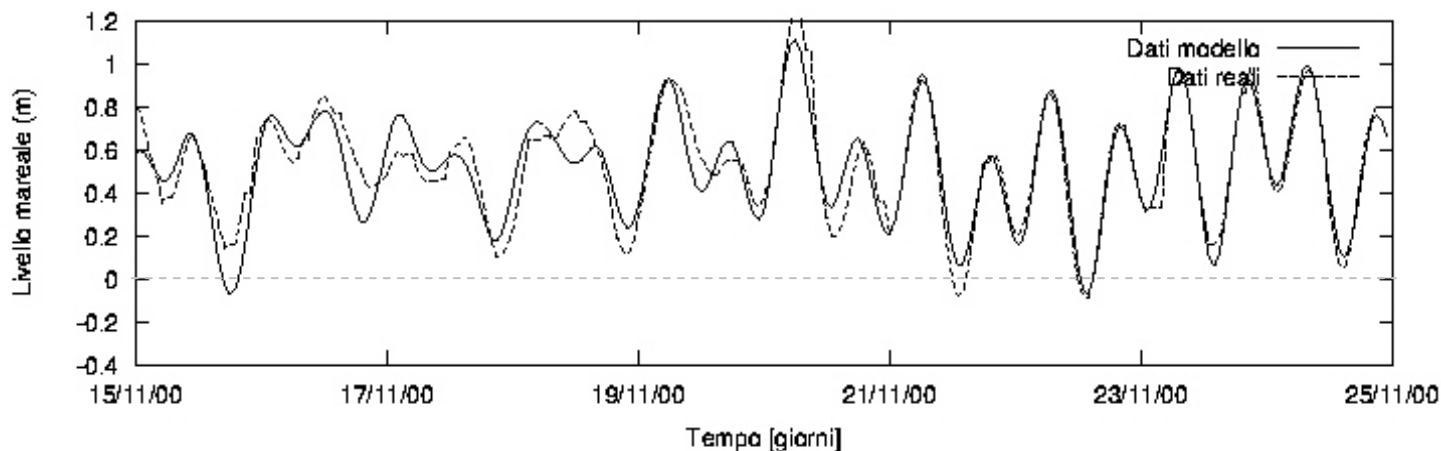
**LIVELLO
RESIDUO
MODELLO**

**LIVELLO
RESIDUO
MAREOGRAFO**

Diga Sud Lido - livello mareale residuo - Novembre 2000



Diga Sud Lido - livello mareale - Novembre 2000



**LIVELLO
COMPLESSIVO
MODELLO**

**LIVELLO
COMPLESSIVO
MAREOGRAFO**

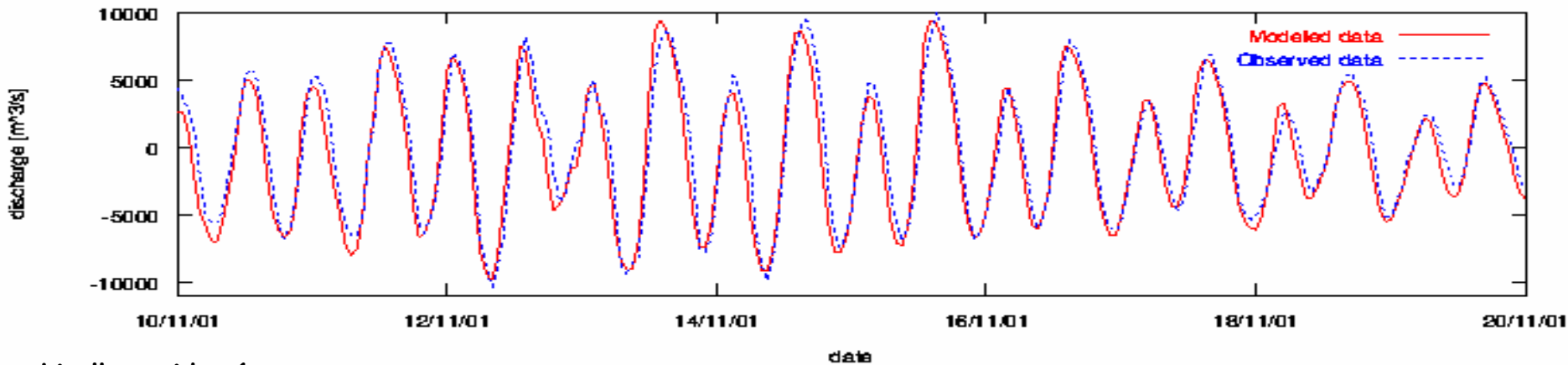
RIPRODUZIONE RESIDUI: livello in Alto Adriatico e flussi attraverso le bocche di porto

- Riprodotto il livello residuo in Alto Adriatico il modello è in grado di simulare gli scambi attraverso le tre bocche in modo realistico.

- La sottostima dei dati di input rispetto alla reale condizione meteo sono una delle cause principali dell'errore nella previsione del livello residuo in Alto Adriatico.

Modello sola Laguna forzato con livelli reali alle bocche.

Lido - Total discharge - November 2001



Livello residuo (storm surge-reale); vento intensità (ECMWF-reale)

Piattaforma CNR - Velocità vento - Novembre 1997

