



**VEGA**

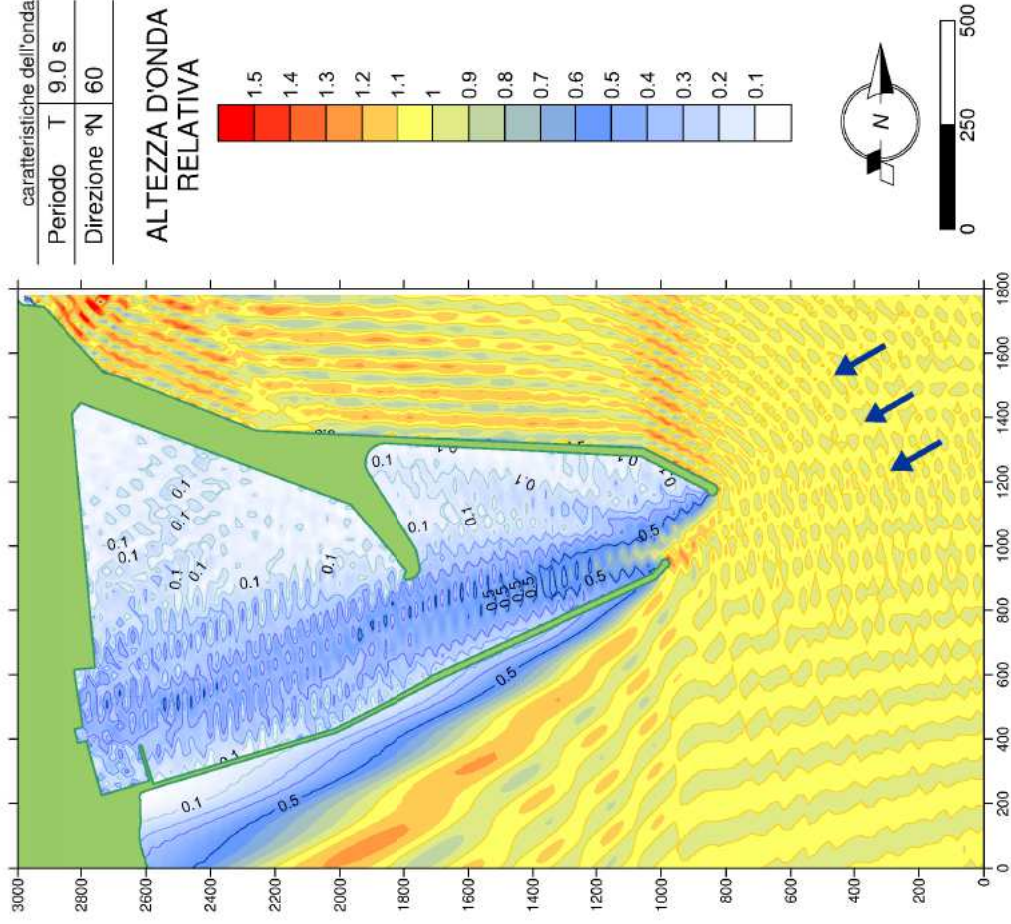
oggetto:

**PORTO DI ORTONA**

modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

**P.R.P. VIGENTE**  
(anno 1969)



data: gennaio 2010 file: /ORT\_PRP69\_60/D60-T9.sff



**VEGA**

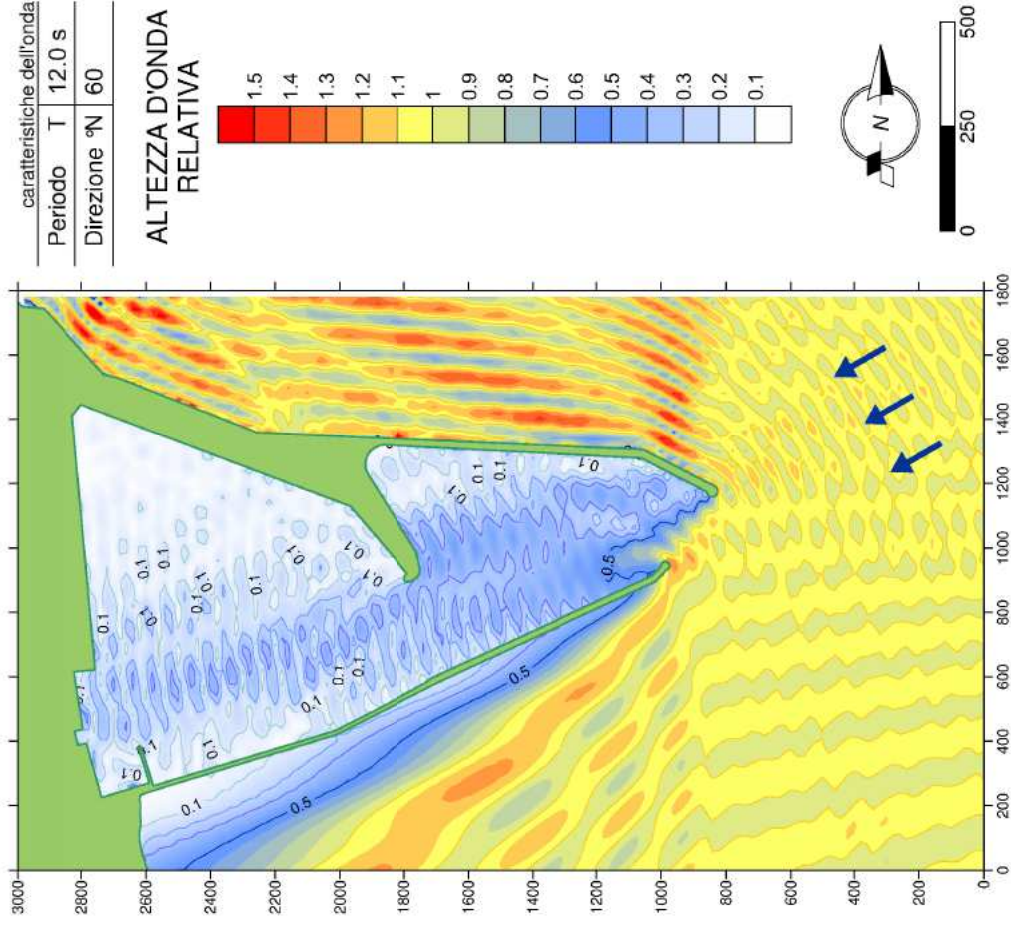
oggetto:

**PORTO DI ORTONA**

modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

**P.R.P. VIGENTE**  
(anno 1969)



data: gennaio 2010 file: /ORT\_PRP69\_60/D60-T12.sff



**VEGA**

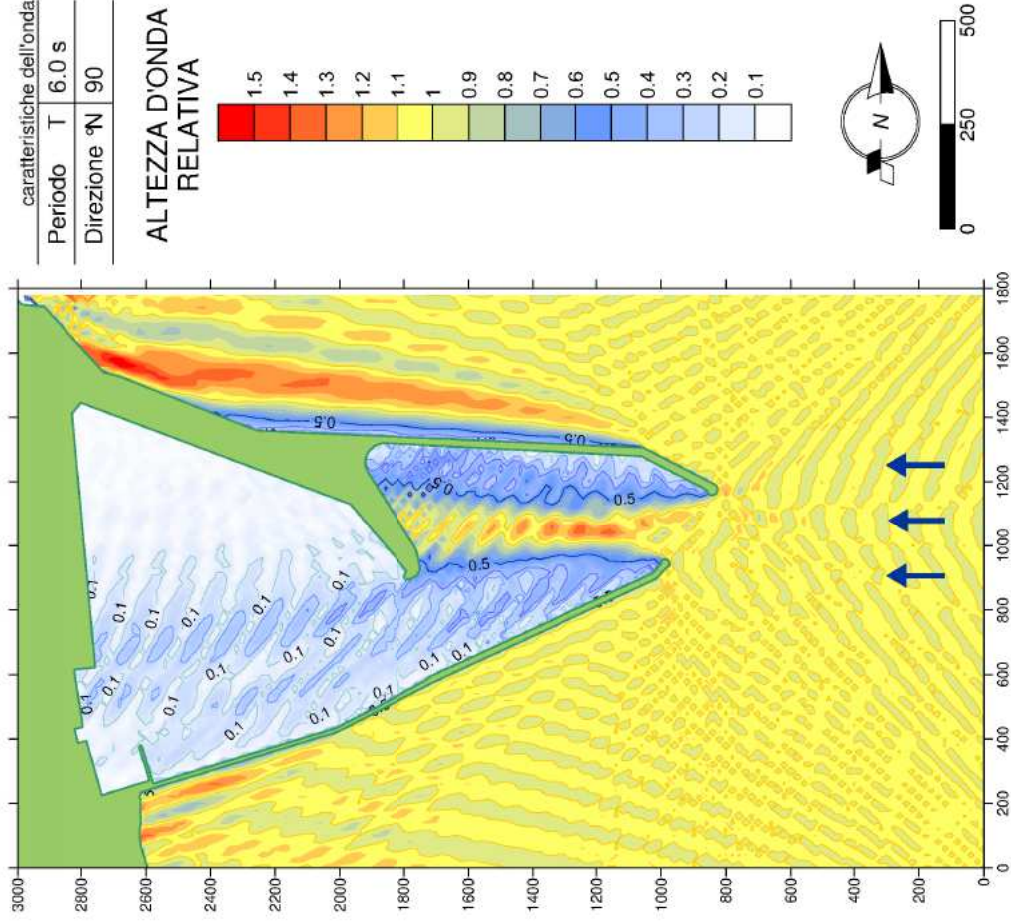
oggetto:

**PORTO DI ORTONA**

modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

**P.R.P. VIGENTE**  
(anno 1969)



**VEGA**

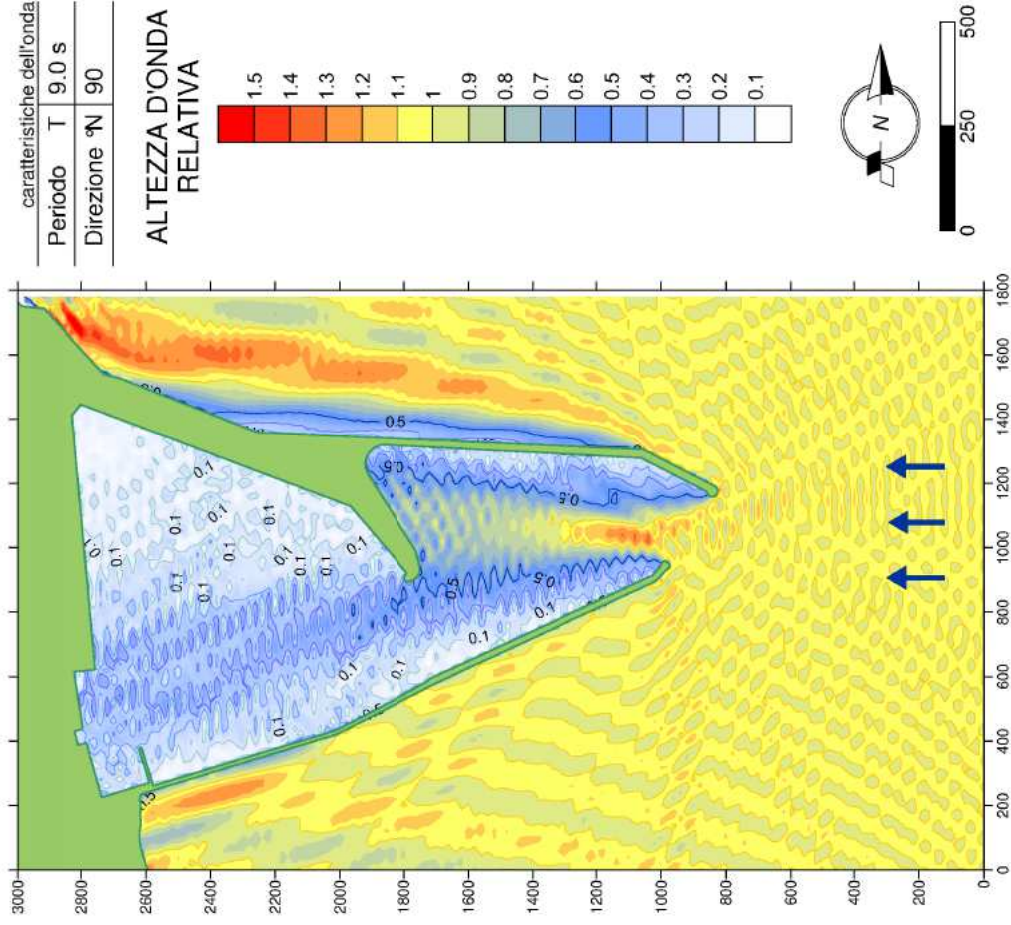
oggetto:

**PORTO DI ORTONA**

modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

**P.R.P. VIGENTE**  
(anno 1969)





**VEGA**

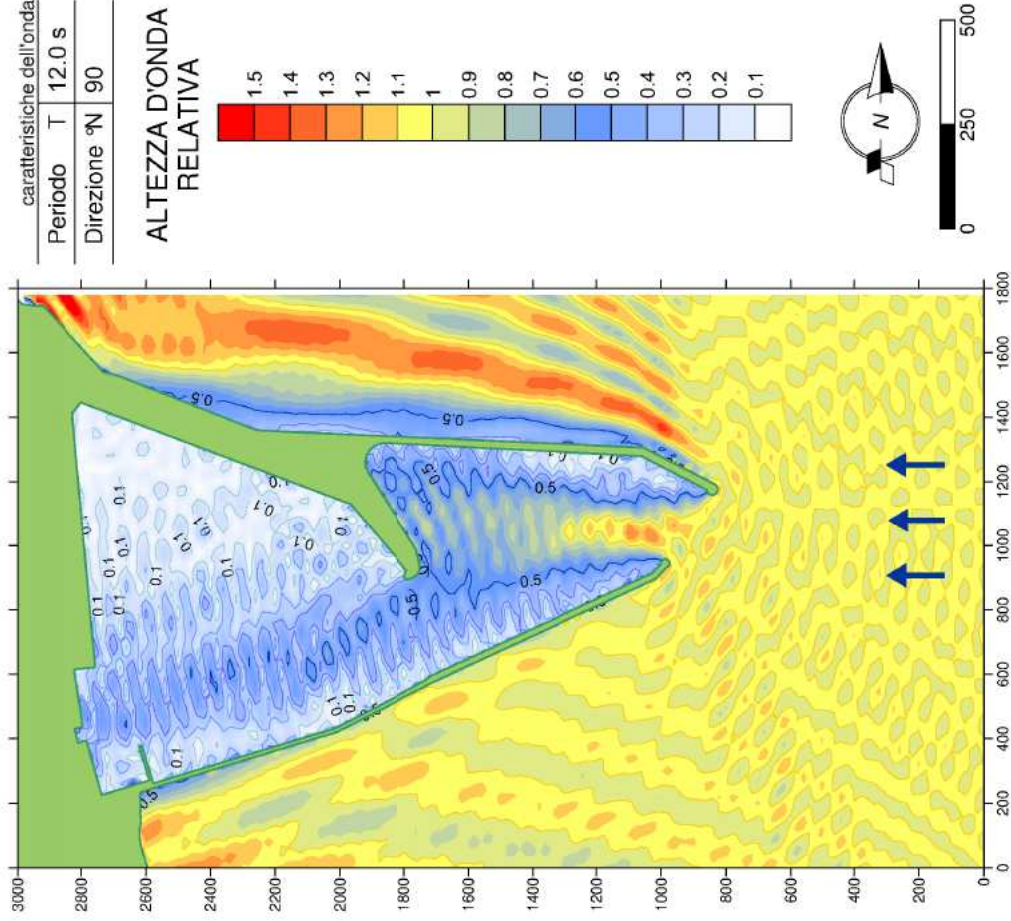
oggetto:

**PORTO DI ORTONA**

modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

**P.R.P. VIGENTE**  
(anno 1969)



data: gennaio 2010 file: /ORT\_PRP69\_90/D90-T12.srf



**VEGA**

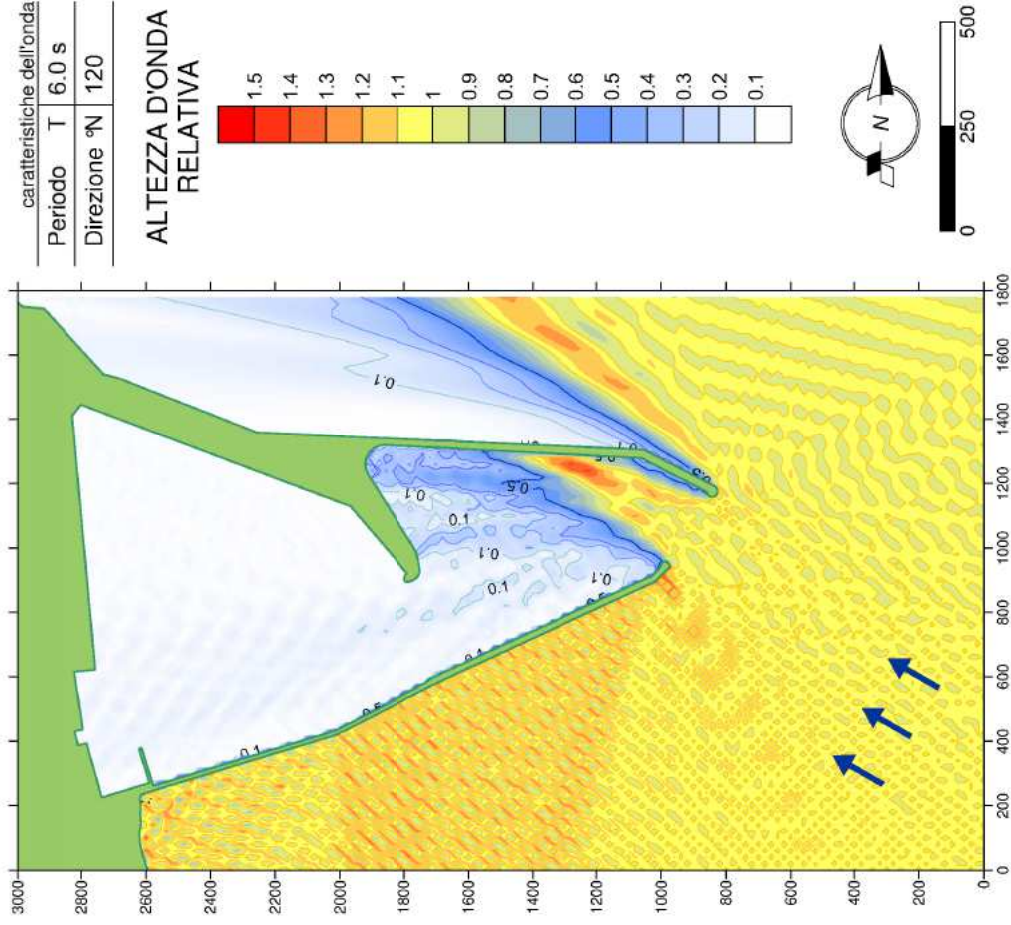
oggetto:

**PORTO DI ORTONA**

modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

**P.R.P. VIGENTE**  
(anno 1969)



data: gennaio 2010 file: /ORT\_PRP69\_120/D120-T6.srf



**VEGA**

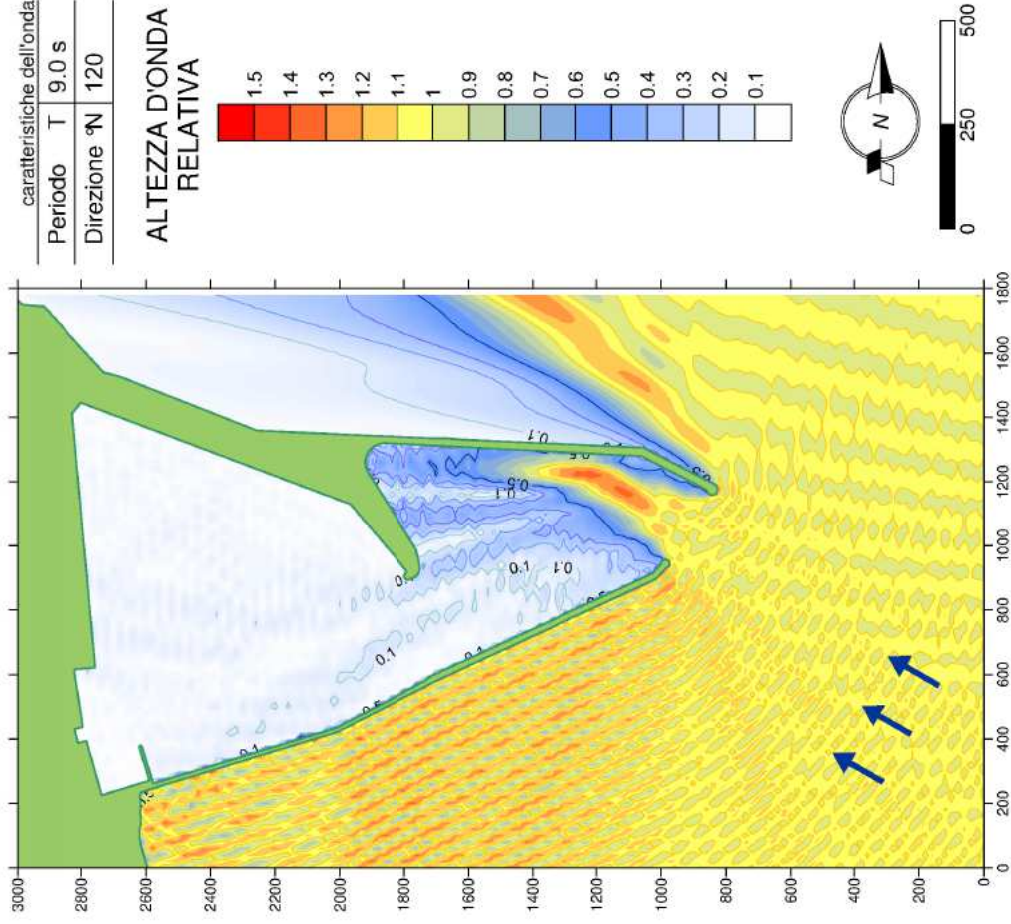
oggetto:

**PORTO DI ORTONA**

modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

**P.R.P. VIGENTE**  
(anno 1969)



data: gennaio 2010 file: /ORT\_PRP69\_120/D120-T9.srf



**VEGA**

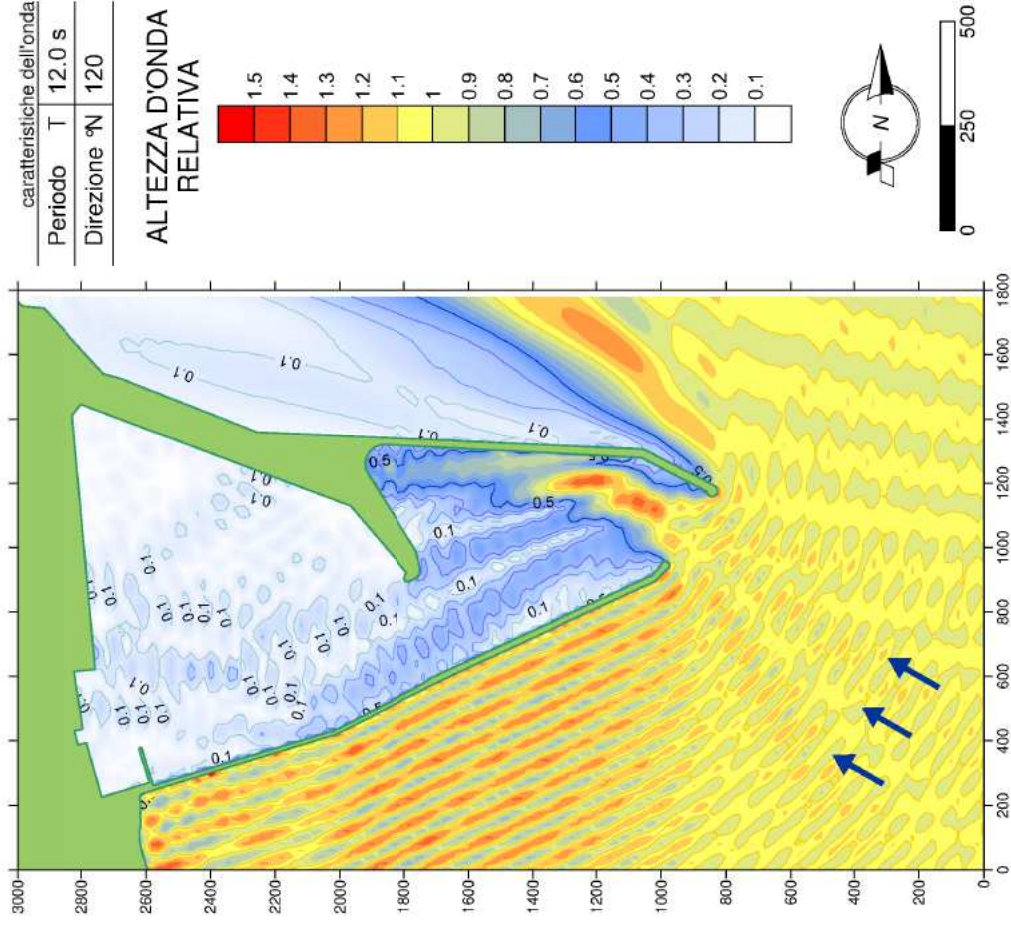
oggetto:

**PORTO DI ORTONA**

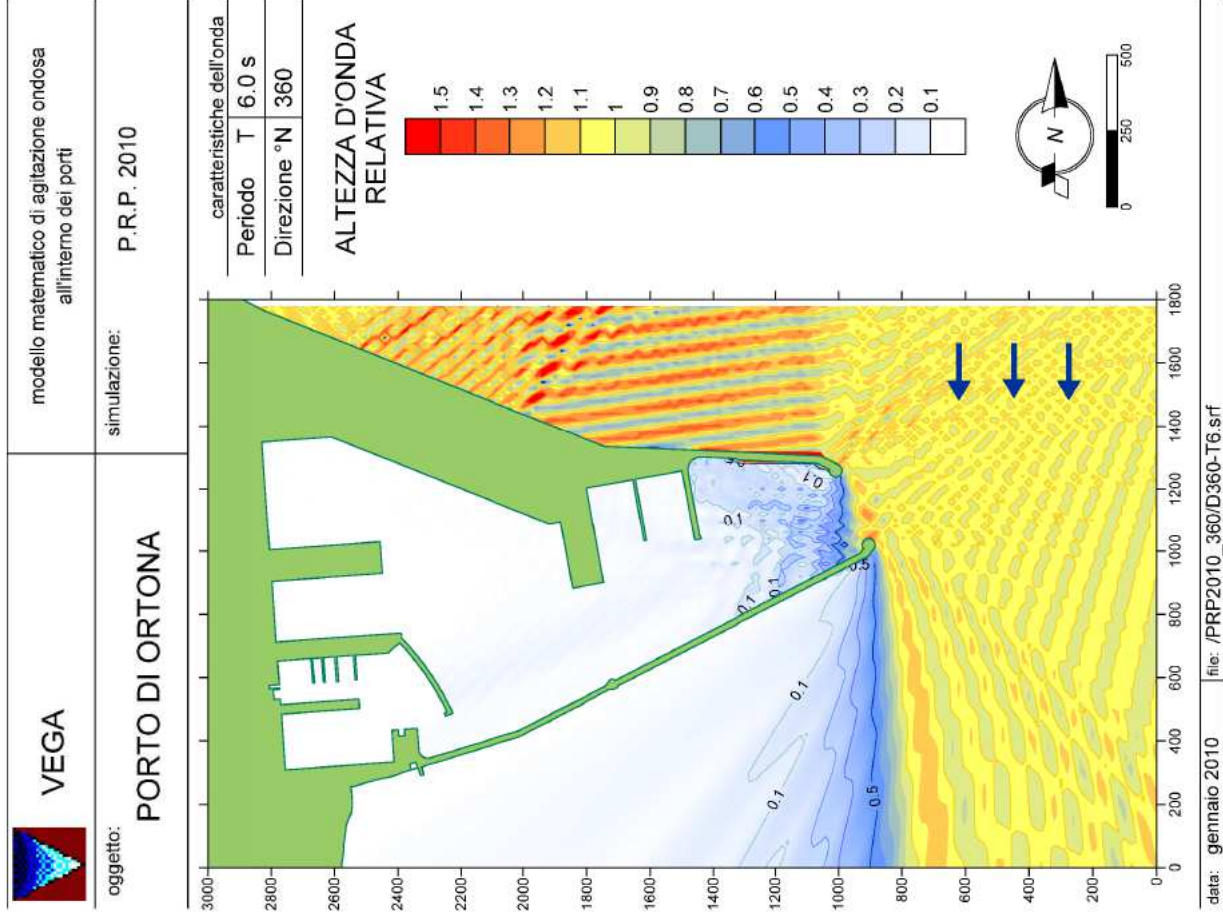
modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

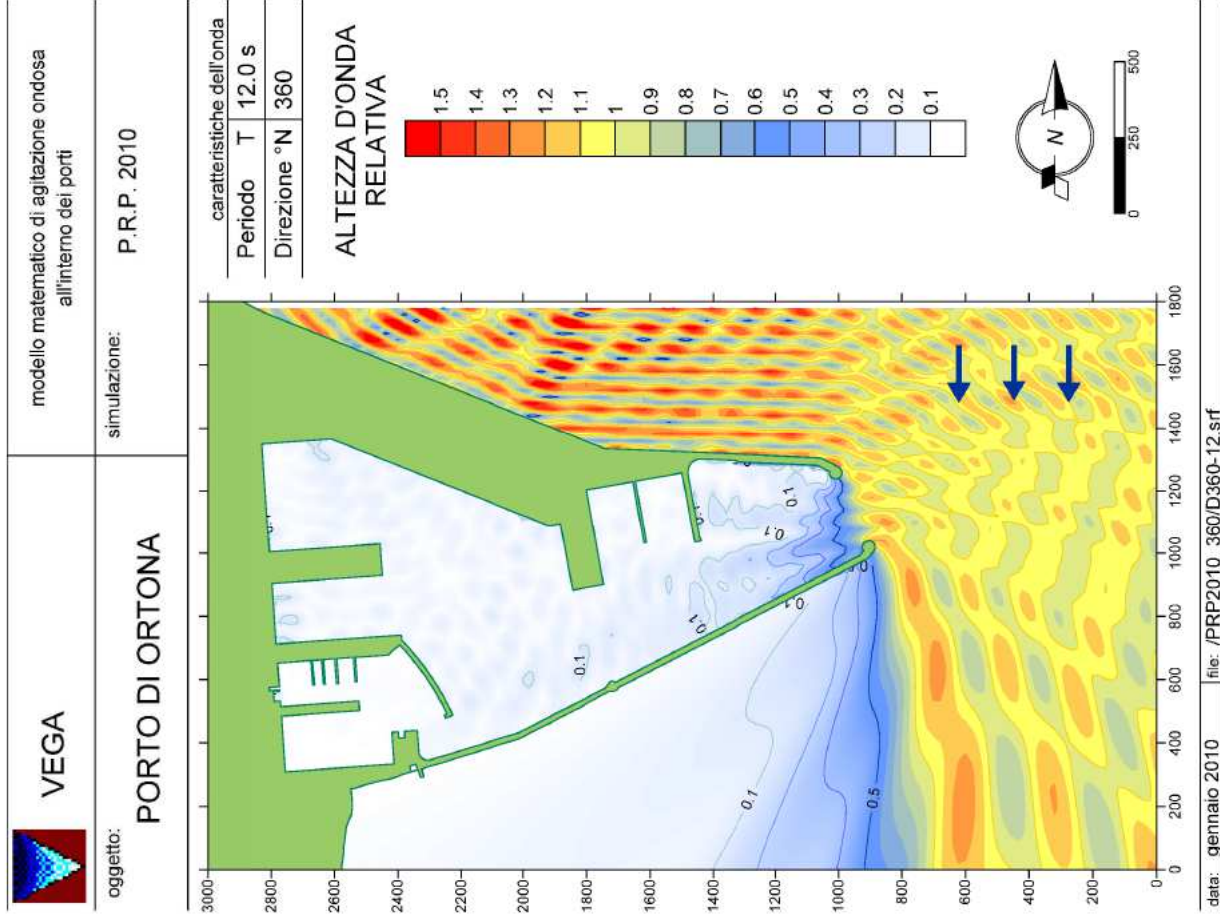
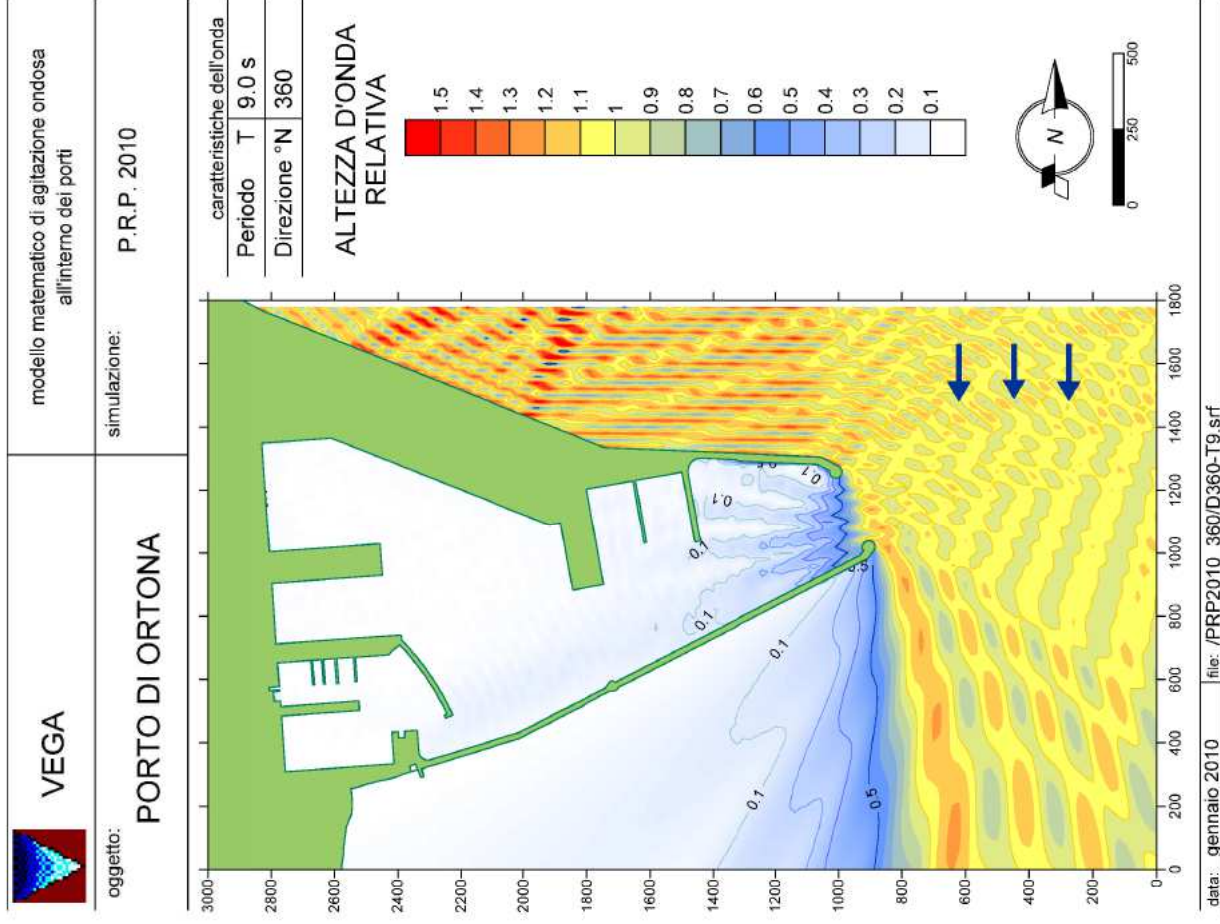
**P.R.P. VIGENTE**  
(anno 1969)

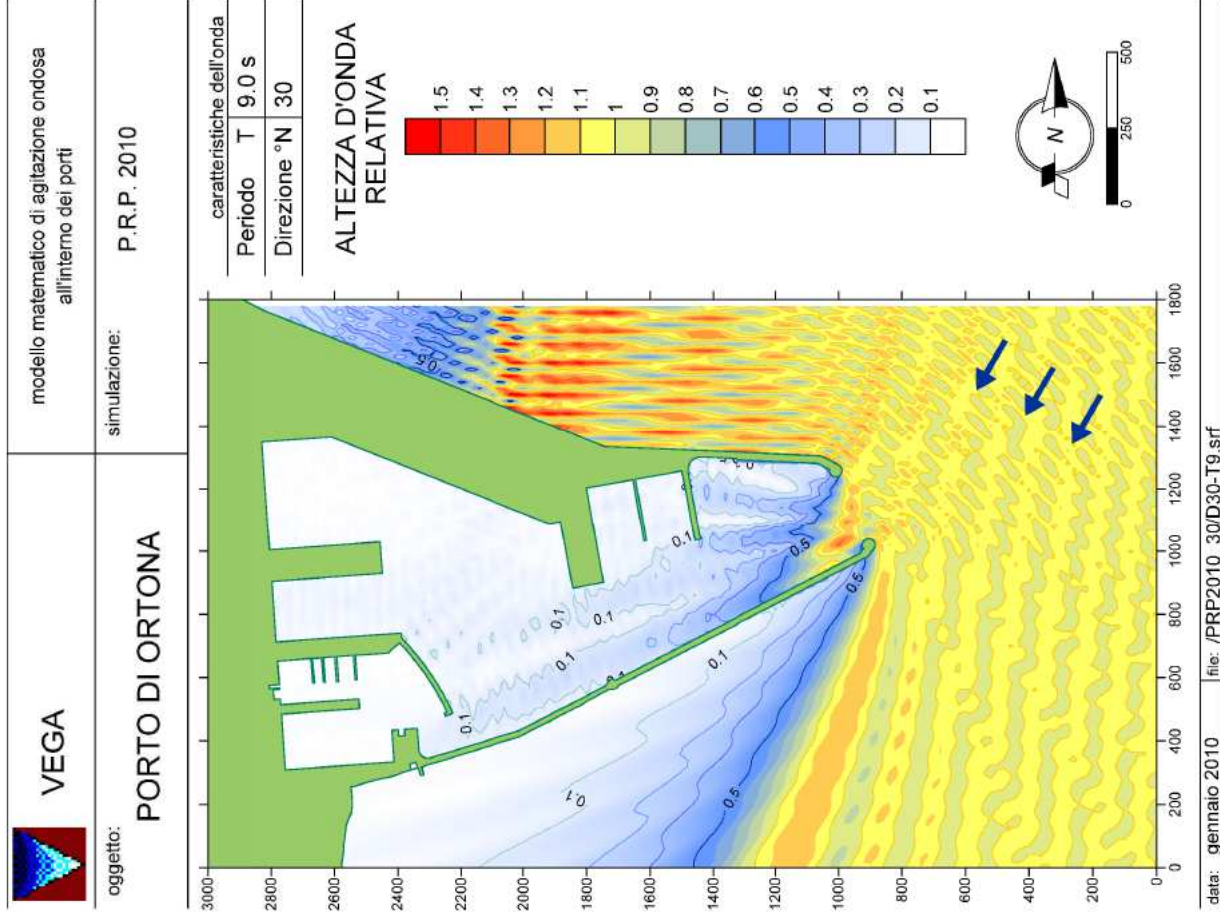
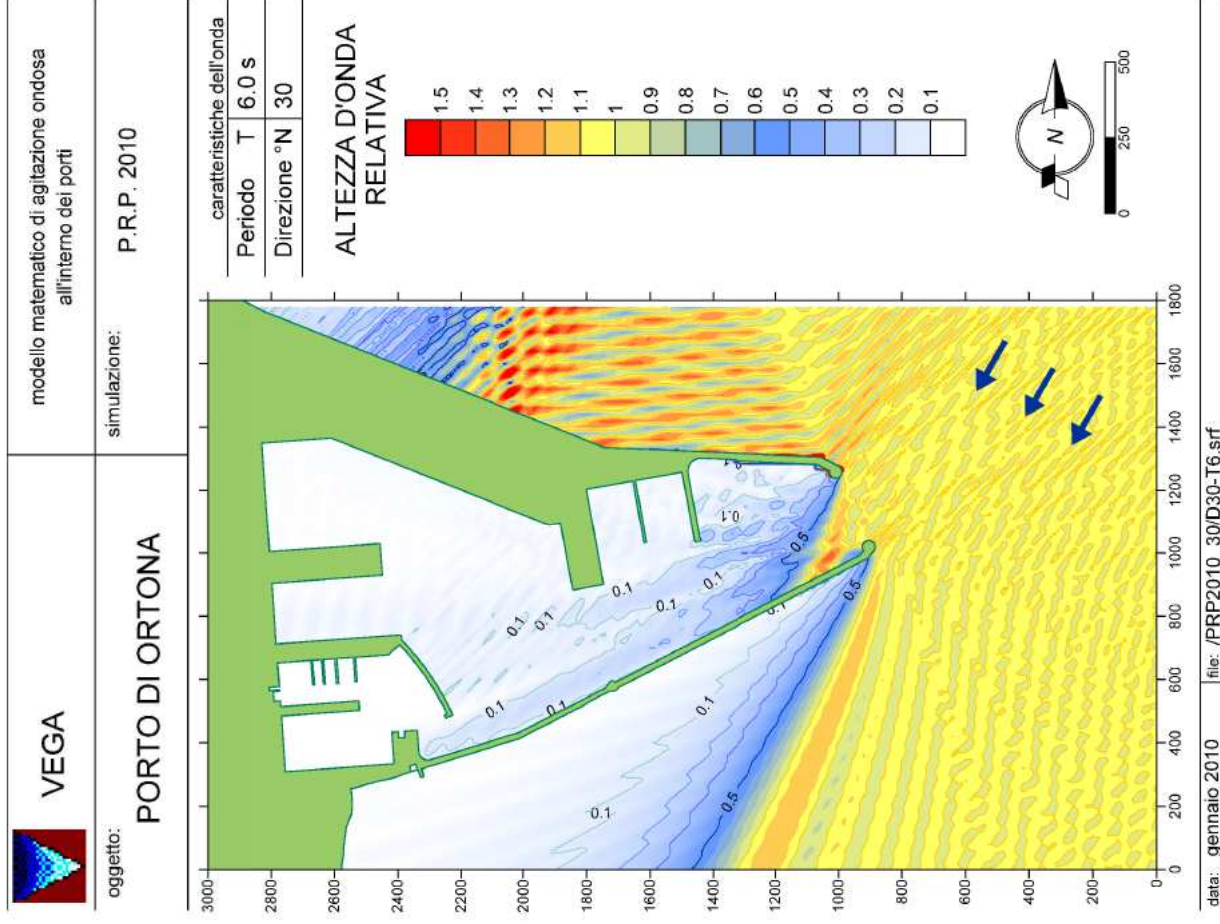


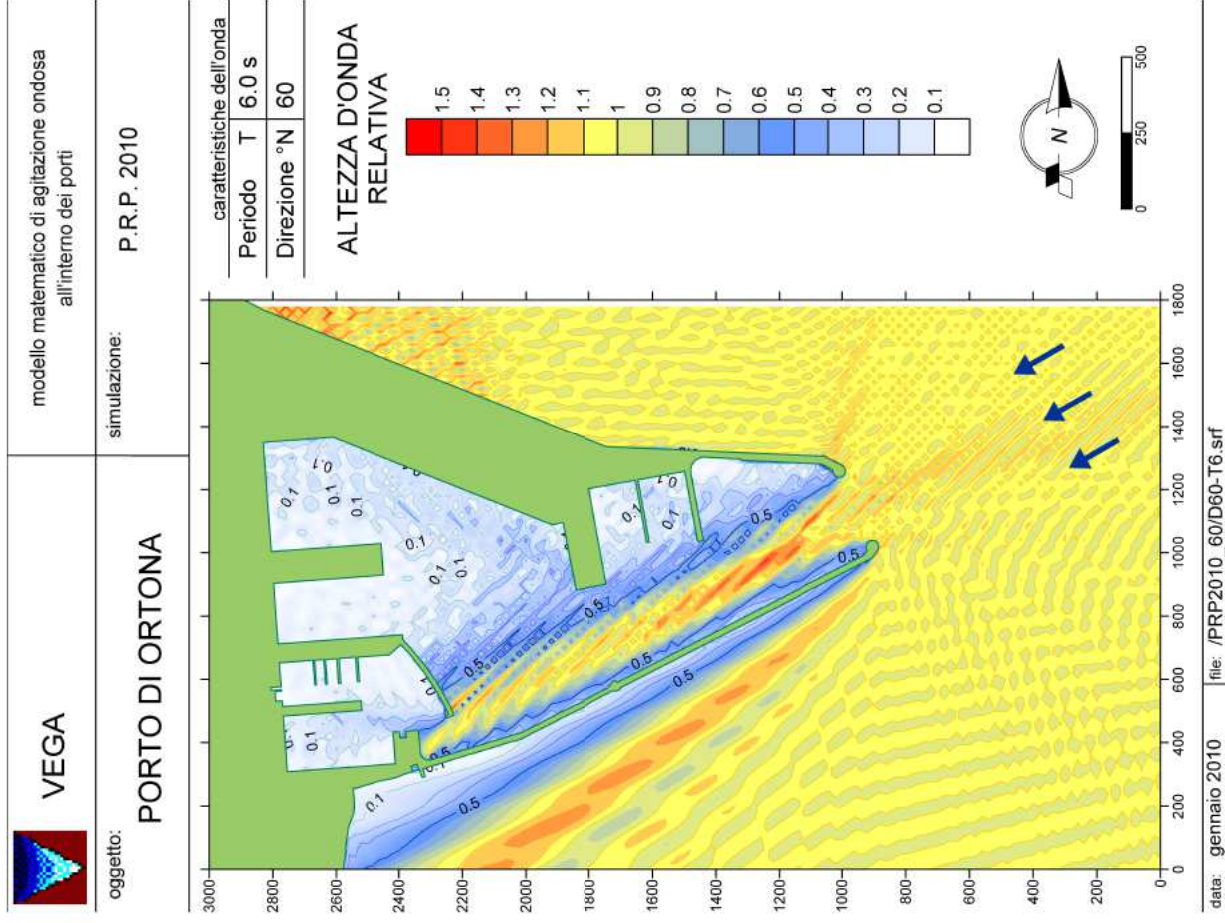
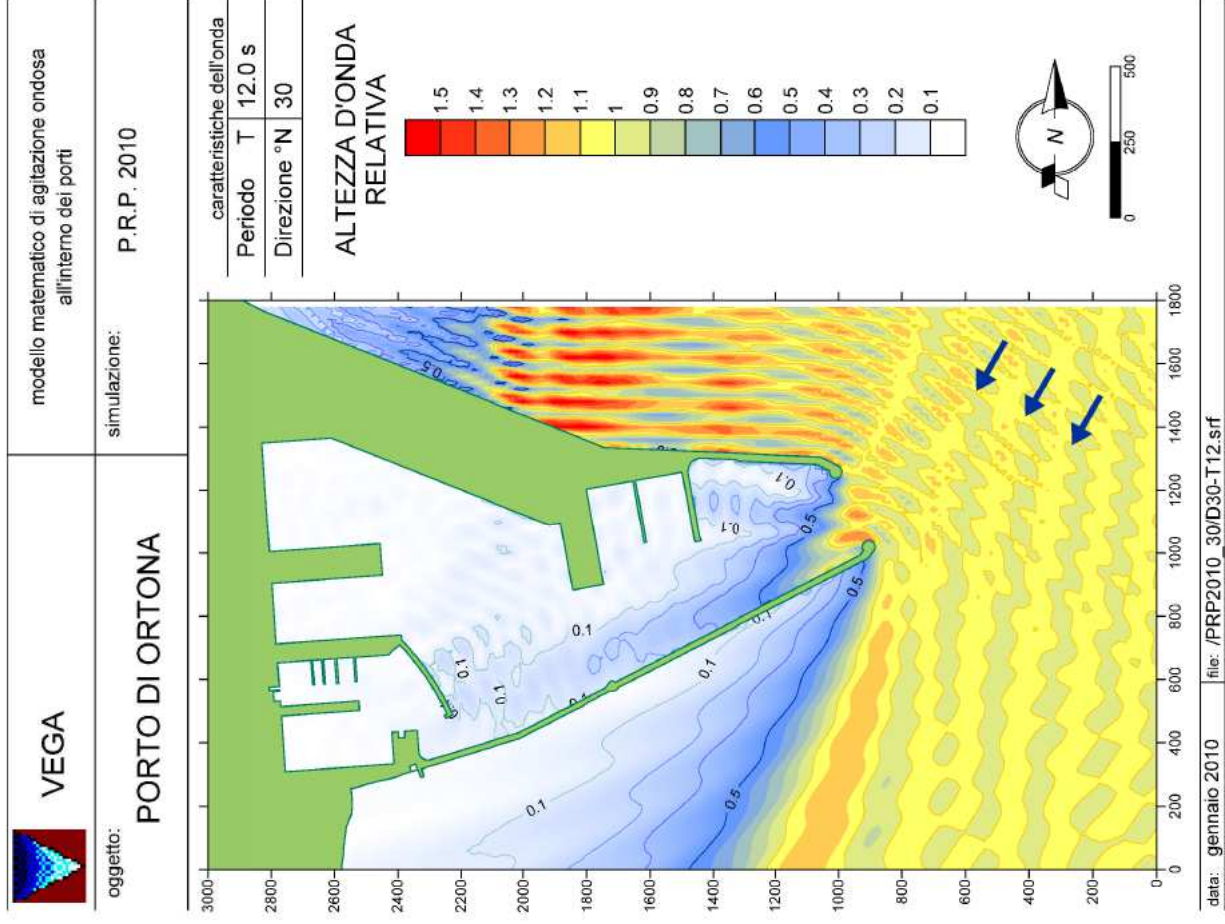
data: gennaio 2010 file: /ORT\_PRP69\_120/D120-T12.srf



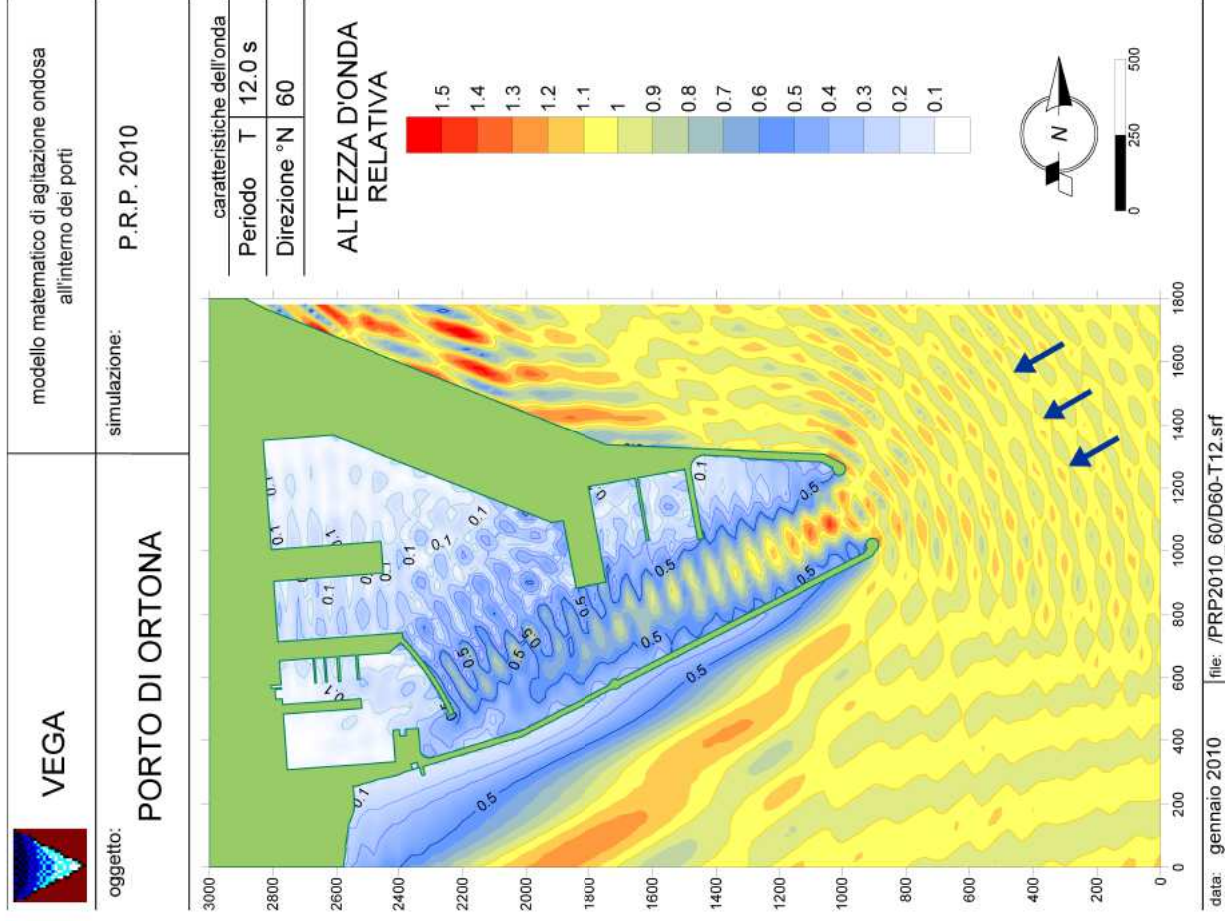
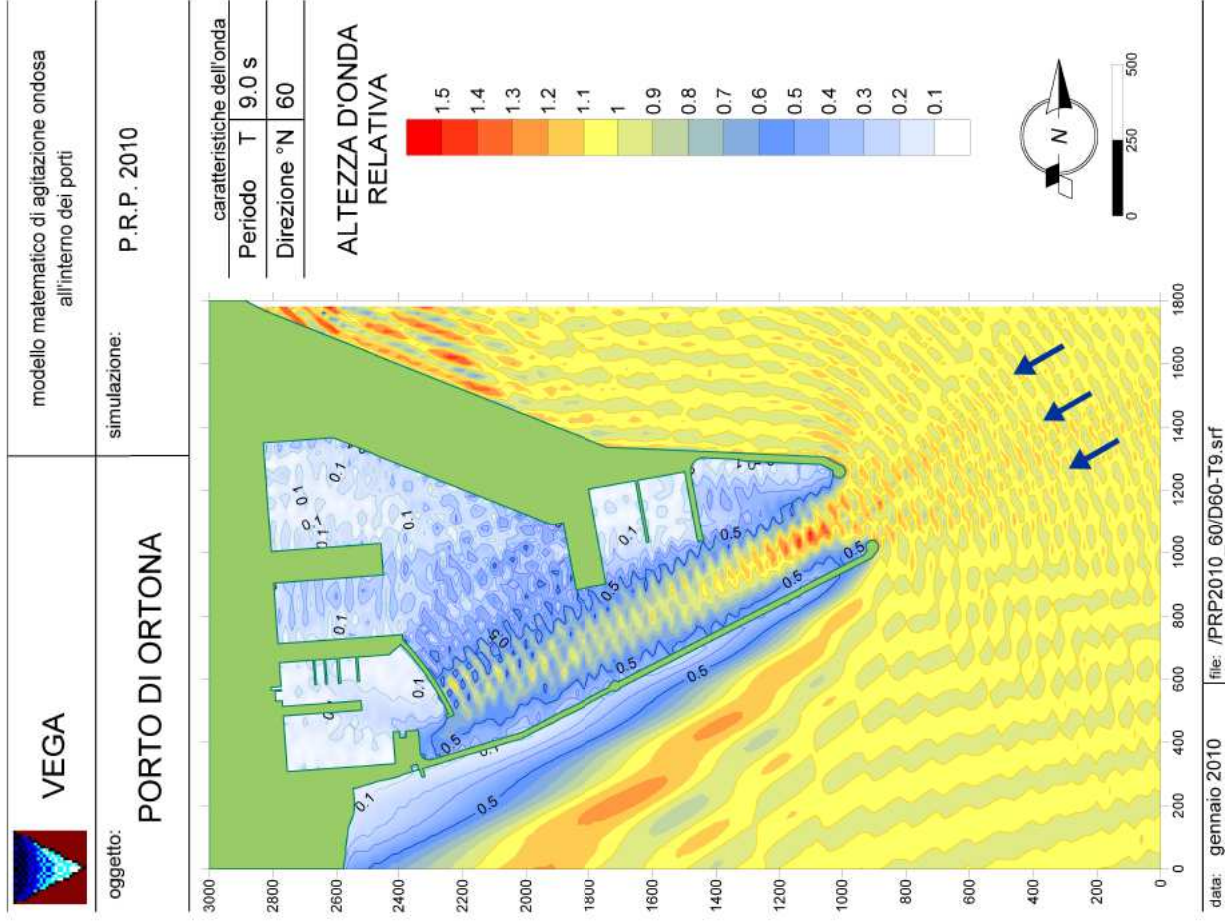
## Appendice C Risultati relativi alla configurazione di P.R.P. 2010

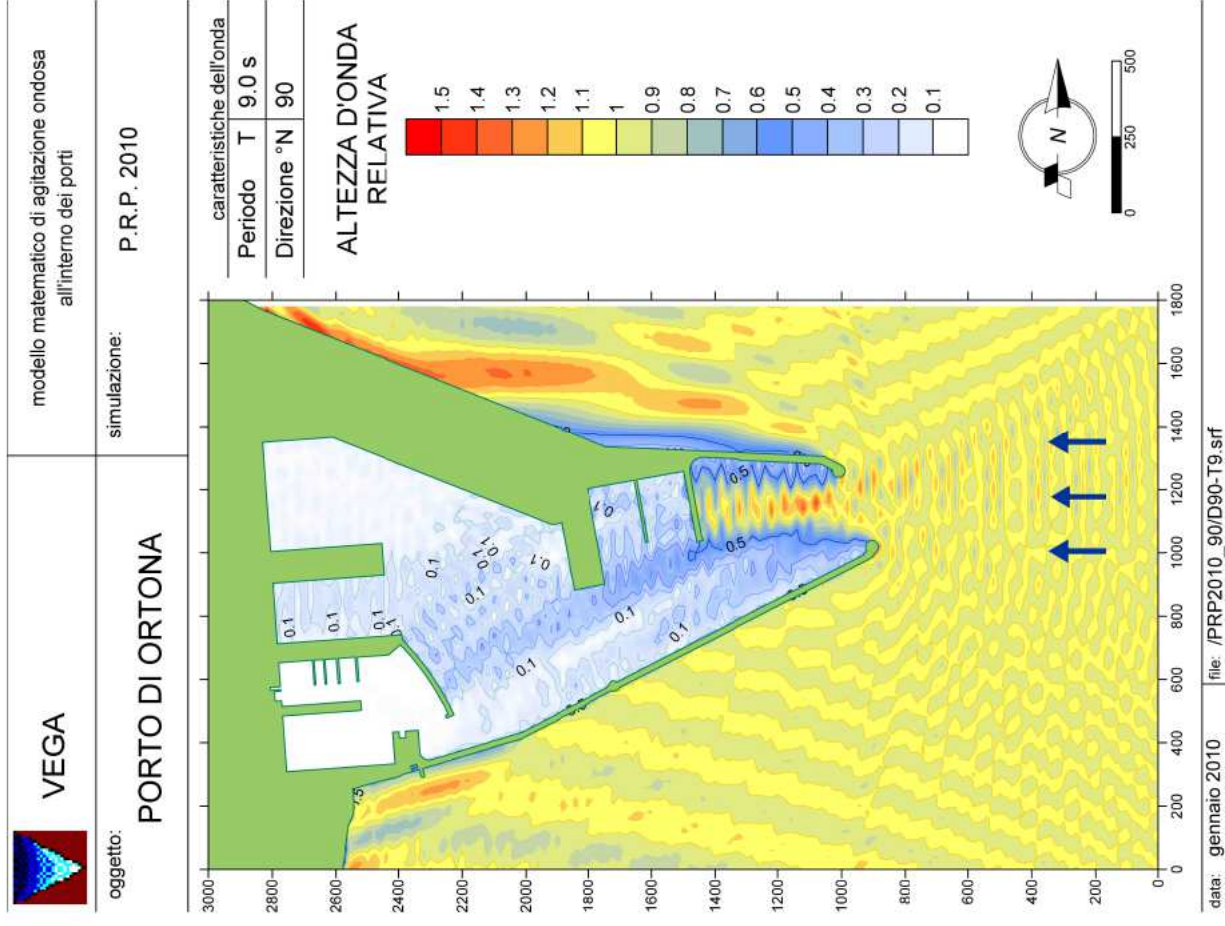
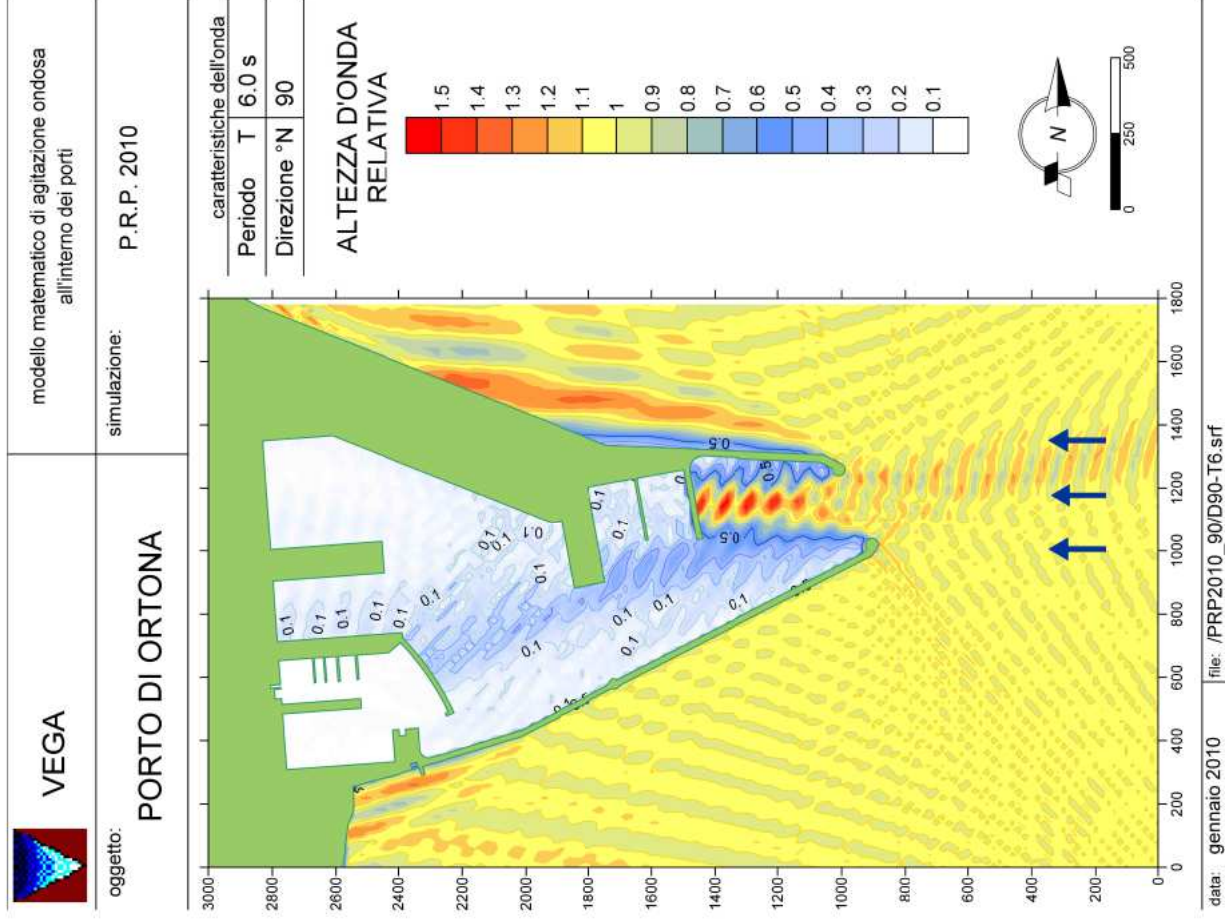


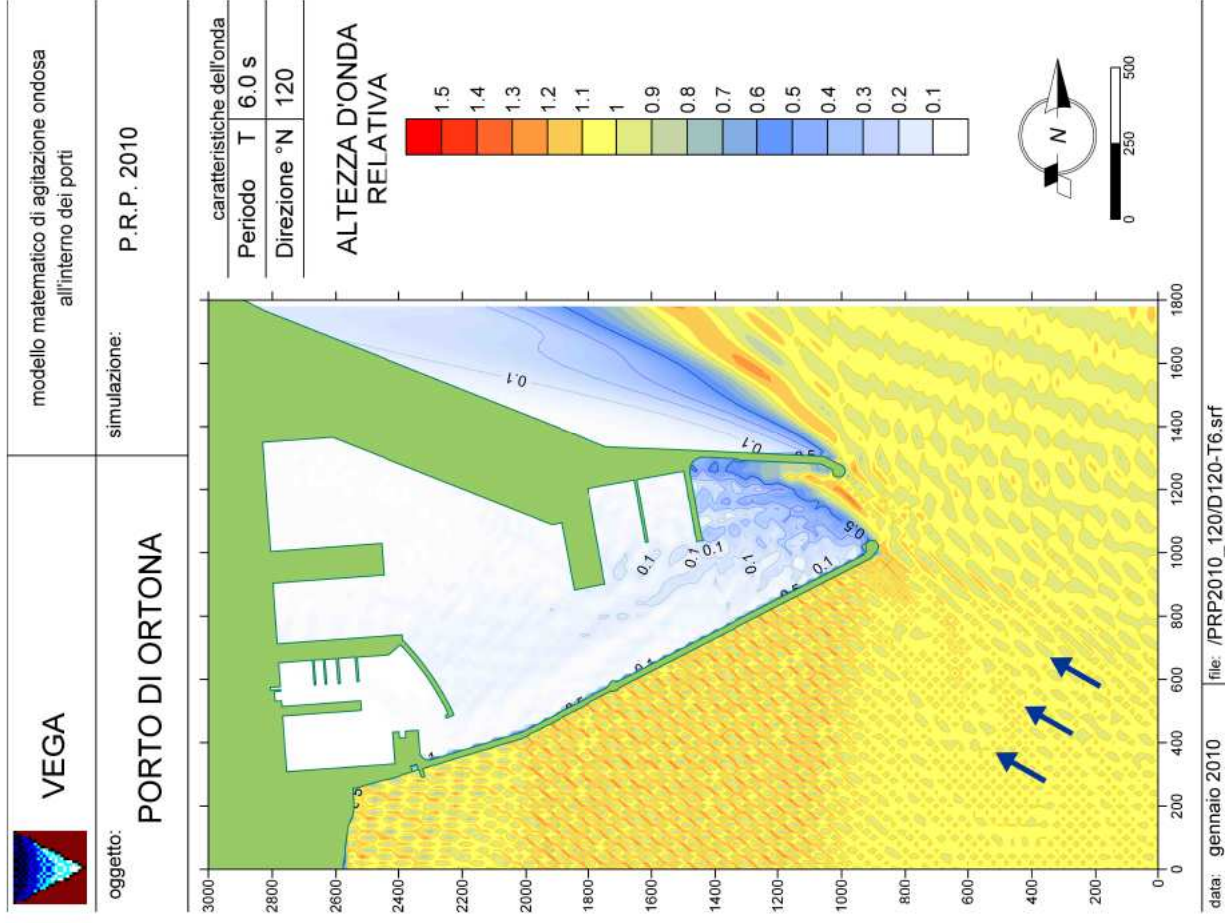
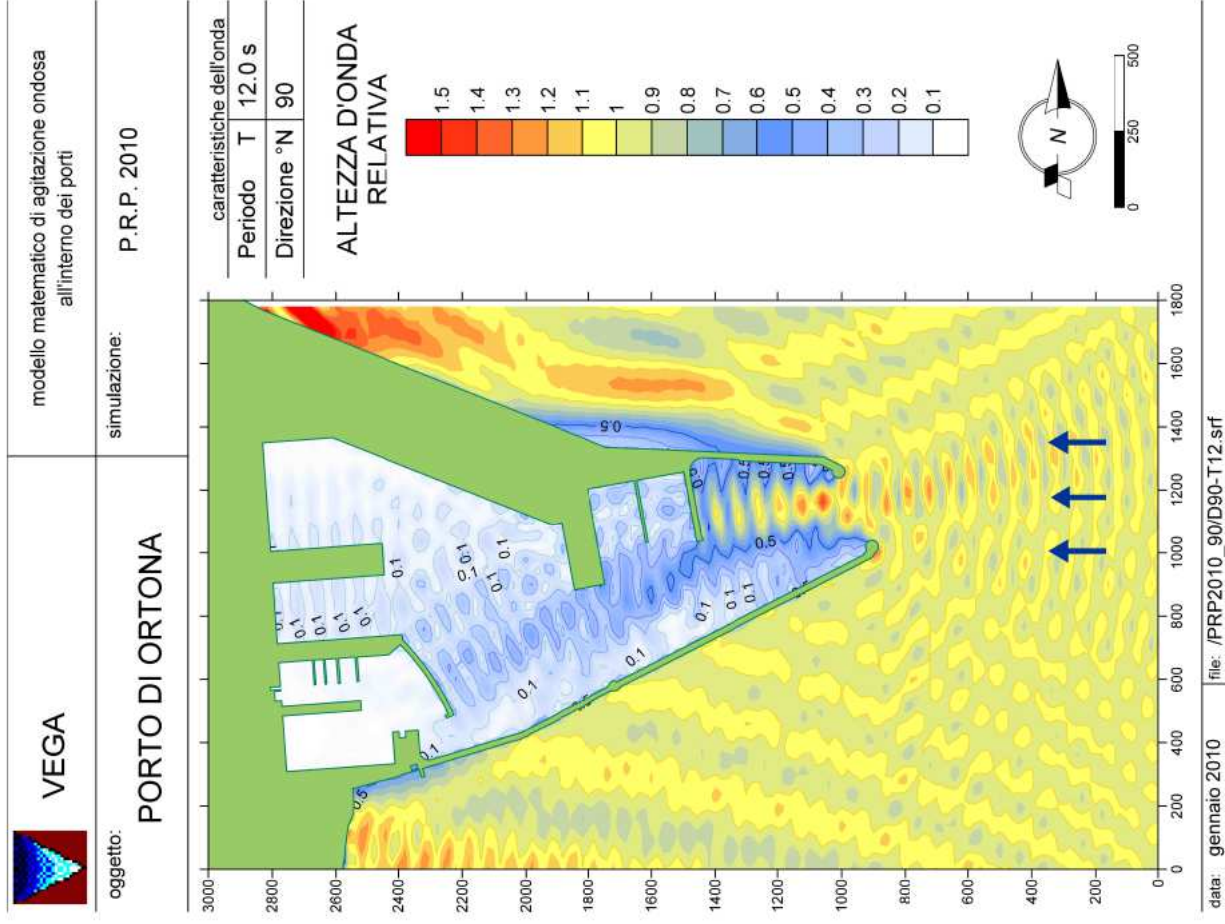


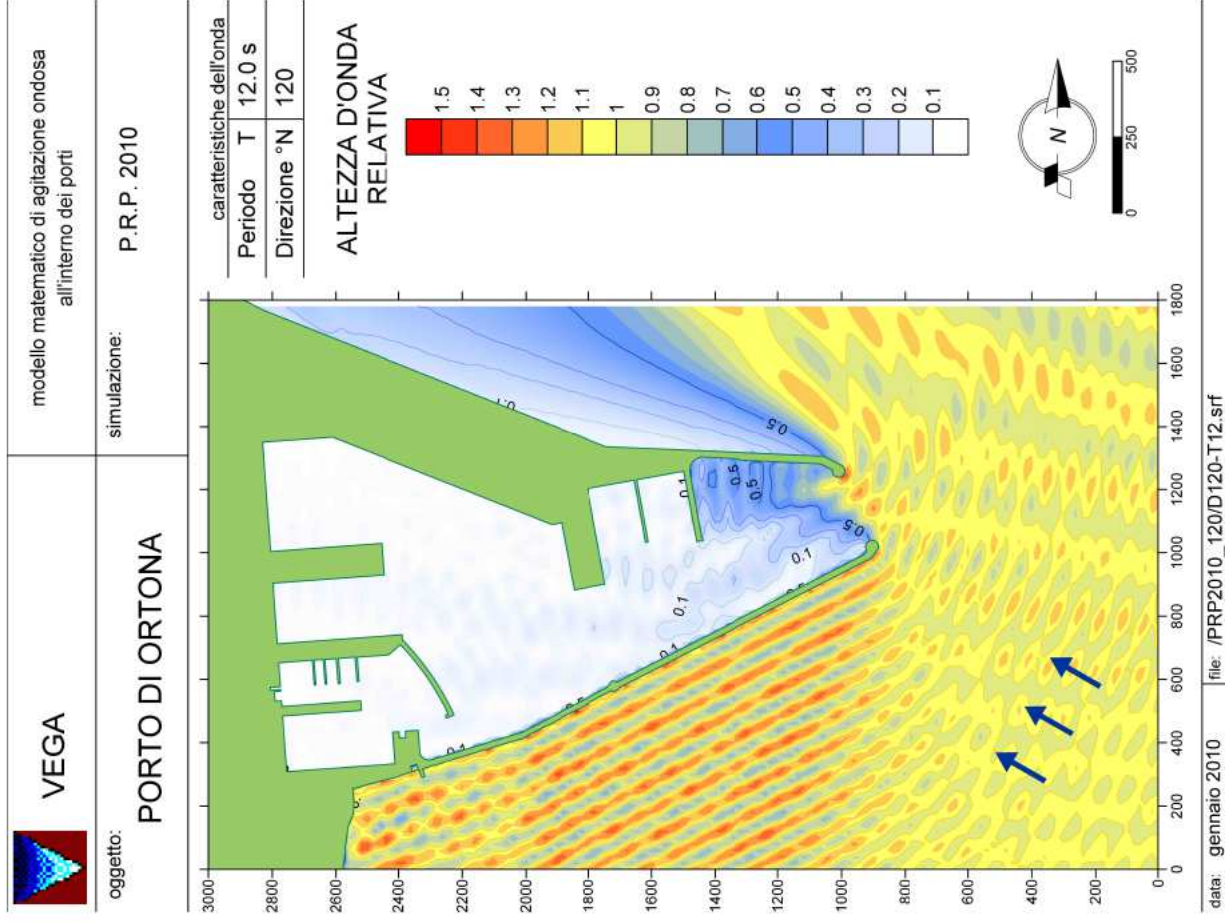
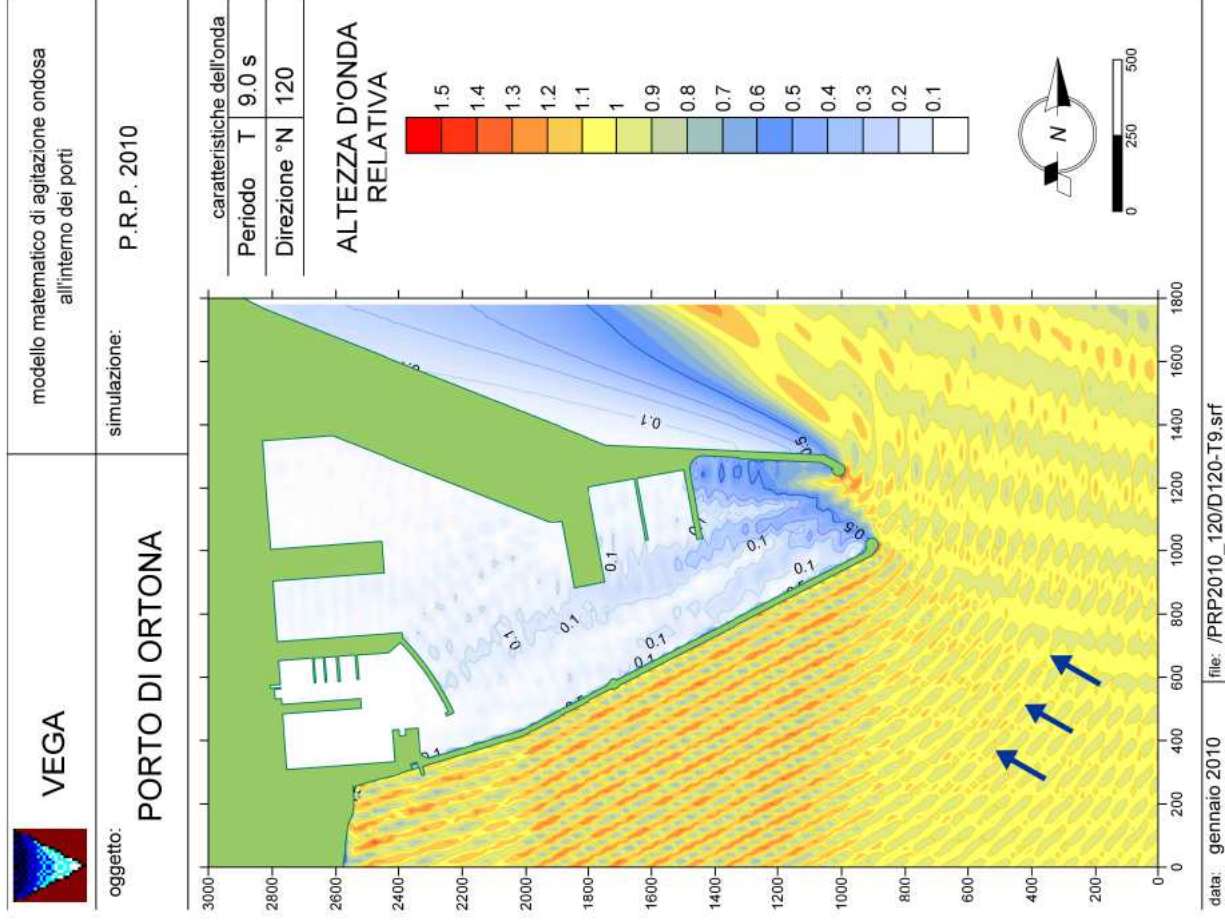












## Appendice D Descrizione sintetica del modello VEGA

In modello numerico **VEGA** utilizzato è classificabile come modello irrotazionale lineare bidimensionale per onde armoniche. Il modello è basato sull'equazione di Helmholtz valida sotto le seguenti ipotesi:

- irrotazionalità del moto;
- rapporto  $H/L \ll 1$  dove H ed L sono rispettivamente l'altezza e la lunghezza d'onda;
- assenza di dissipazioni;
- assenza di forze legate alla rotazione terrestre (forze di Coriolis);
- profondità del fondale costante;
- fondo impermeabile;
- variazione verticale del potenziale delle velocità coincidente con la soluzione per onde progressive lineari su fondale costante;
- onde armoniche nel tempo (monocromatiche).

L'equazione ellittica di Helmholtz risulta:

$$\nabla^2 \phi + k^2 \phi = 0$$

dove:

- $k$  = numero d'onda calcolato tramite la relazione di dispersione della teoria lineare ( $\omega^2 = gk \tanh(kd)$ );
- $\phi(x,y)$  = potenziale bidimensionale delle velocità orbitali delle particelle;
- $\nabla^2$  = operatore di Laplace definito nel piano  $x,y$  coincidente con il livello medio marino.

Con le ipotesi poste tale equazione è in grado di simulare correttamente il fenomeno combinato di diffrazione-riflessione di onde armoniche lineari. Per risolvere l'equazione di Helmholtz, di tipo ellittico, è necessario imporre condizioni al contorno note su tutta la frontiera del dominio di integrazione. Nel caso di bacini portuali si impone lungo l'imboccatura portuale (o comunque lungo i contorni di continuità con il semispazio infinito escluso dal dominio di integrazione) che venga soddisfatta una opportuna condizione di radiazione. Contemporaneamente lungo il resto della frontiera vengono imposte condizioni sulla derivata direzionale del potenziale delle velocità (totale o parziale riflessione).

Il modello numerico VEGA risolve l'equazione di Helmholtz tramite la tecnica numerica degli elementi di contorno. In breve la tecnica consiste nel ridurre l'equazione ellittica di Helmholtz definita sul campo bidimensionale di calcolo ad un'equazione integrale definita sulla sola frontiera del campo. La discretizzazione della frontiera permette quindi di ridurre l'equazione integrale ad un sistema di equazioni lineari definite nel campo complesso dove le incognite sono costituite da un sistema di sorgenti distribuite sulla frontiera discretizzata. La risoluzione del sistema di equazioni, che costituisce la parte più onerosa dal punto di vista computazionale del modello numerico, è ottenuta utilizzando il metodo delle eliminazioni successive di Gauss. La dimensione del sistema di equazioni dipende dal numero di sorgenti incognite introdotte sulla frontiera che risulta essere a sua volta funzione

della lunghezza d'onda (sono necessarie almeno 5 sorgenti per lunghezza d'onda) e della dimensione dell'elemento (banchina, canale) più corto presente nell'area da simulare (sono necessarie almeno 6 sorgenti per ogni elemento). Risolto il sistema di equazioni è quindi possibile calcolare in ogni punto del campo di potenziale delle velocità orbitali delle particelle idriche in superficie, l'altezza d'onda e la sua fase.

Il modello numerico richiede i seguenti dati in ingresso:

- coordinate dei vertici del contorno dell'area portuale;
- posizione dell'imboccatura/e portuale;
- direzione e periodo del moto ondoso sull'imboccatura portuale;
- profondità del fondale all'interno del porto;
- profondità del fondale all'esterno dell'imboccatura portuale;
- passo di discretizzazione del contorno;
- coefficienti di riflessione delle banchine;
- coordinate dei punti dove devono essere calcolati i risultati.

Il modello fornisce come risultati:

- altezza d'onda, potenziale delle velocità e fase nei punti richiesti.

I risultati ottenuti possono essere restituiti sia sotto forma numerica che grafica.