



COMUNE DI MONTE ARGENTARIO

SP_04

VERIFICA

DELL'INTERFERENZA CON LE
SPIAGGE LIMITROFE

Regione
Toscana



PIANO REGOLATORE PORTUALE



COMUNE DI MONTE ARGENTARIO
PORTO S.STEFANO
PORTO DEL VALLE

P
R
P
2
0
0
3



PIANO REGOLATORE PORTUALE 2003
(CON VARIANTE 2005)

Progettista e coordinatore: prof. ing. Leopoldo Franco

Opere marittime e studi idraulico-marittimi: Modimar S.r.l.

Aspetti urbanistici ed architettonici: Studio 3c+t Capolei Cavalli Architetti Associati

Aspetti pianificatori ed ambientali: VDP srl, Progettazione Integrata Ambiente

TITOLO DOCUMENTO :	DATA :	NUMERO DOCUMENTO :
VERIFICA DELL'INTERFERENZA CON LE SPIAGGE LIMITROFE	LUGLIO 2003	5
	Rev. 1 - Novembre 2005	

Verifica del potenziale impatto delle nuove opere a mare sulle spiagge adiacenti

La costa settentrionale dell'Argentario è tipicamente rocciosa e scoscesa, pur presentando alcune piccole spiagge alveolari ("pocket beach") ampiamente sfruttate per la balneazione dai turisti nel periodo estivo. Nella zona costiera prossima al Porto del Valle esistono di fatto solo due piccole spiagge ciottolose frequentate principalmente dai residenti: *La Marinella*, a ponente, addossata sul lato esterno in radice del Molo Garibaldi e *La Cantoniera* poco a levante della Punta Scarabelli.

Nel nuovo Piano Regolatore Portuale si propone di valorizzare tali spiaggette. In particolare l'ampliamento del primo tratto del molo Garibaldi con la creazione della passeggiata sopraelevata e la demolizione dell'esistente ristorante su palafitta potranno consentire la creazione di una nuova spiaggetta della Marinella di più agevole fruizione.

Per quanto riguarda l'esistente spiaggia della Cantoniera si è voluto verificare che la realizzazione delle nuove opere a mare, in particolare il prolungamento del molo Garibaldi, non abbia ripercussioni sull'attuale equilibrio morfodinamico.

A tal fine si è ritenuto sufficiente applicare un modello di rifrazione inverso spettrale per un punto baricentrico rispetto alla spiaggia posto su una profondità di -4.5 m s.m. (v.fig.1-1a). Il modello matematico, già descritto nello Studio Meteomarinò, è stato applicato sia nella configurazione portuale attuale, sia in quella futura prevista dal piano (retino grigio sul nuovo tratto di molo in fig.1a). I risultati in termini di regime medio annuale del moto ondoso sono illustrati graficamente nelle figg.2 e 3 e tabb.1-2. Essi evidenziano la sostanziale inalterabilità del clima ondoso tra la situazione attuale e quella di progetto, con una concentrazione del moto ondoso da uno stretto settore di provenienza di maestrale. Le figg. 4-5-6-7 mostrano le variazioni dell'altezza d'onda e della direzione nella propagazione dal largo al punto nelle due configurazioni.

Infine le tabb.3-4 mostrano l'andamento del flusso di energia ondosa (responsabile del trasporto solido costiero) con riferimento alla risultante dell'onda di modellazione nei due casi. Anche questo calcolo evidenzia la costanza della direzione risultante che si mantiene comunque a 330°N , pur con un flusso energetico modesto.

Esempi di piani d'onda inversi per il periodo di 9 s sono rappresentati in figg.8-9 per le due configurazioni.

Si osserva anche che la direzione più obliqua di incidenza del moto ondoso locale è pari a 327°N e che partendo dall'estremità di ponente della spiaggia della Cantoniera secondo tale azimuth si potrebbe avere una minima interferenza con la diga portuale solo se il terzo braccio di questa fosse prolungato di almeno 200 m invece dei 130 m previsti dal piano.

In definitiva le analisi ondometriche condotte con idoneo modello matematico dimostrano che il previsto prolungamento del molo Garibaldi non produrrà alcuno schermo al moto ondoso incidente sulla spiaggia della Cantoniera e responsabile del suo equilibrio morfodinamico. Pertanto le nuove opere previste dal PRP non avranno alcuna influenza sull'evoluzione a lungo termine della spiaggia della Cantoniera.

Peraltro sarebbe opportuno studiare la possibilità di una riqualificazione ed ampliamento della stessa.

Si osserva infine che sono da escludere fenomeni di insabbiamento del porto sia per carenza di apporti solidi sia per l'elevata profondità d'acqua esistente all'imboccatura.

Nel corso dell'istruttoria VIA è stata anche richiesta la verifica degli effetti sulla strada litoranea causati dall'eventuale innalzamento dell'onda significativa in seguito agli interventi sul molo sopraflutto, riportata qui di seguito e nell'allegato 1.

Nel PRP2003, così come nel vigente piano regolatore portuale, è previsto il prolungamento dell'esistente molo Garibaldi (diga principale di sopraflutto) con due successivi tronchi: il "secondo braccio" lungo circa 150 m con asse deviato di circa 30° verso l'azimuth 46°N ed il "terzo braccio" riallineato quasi parallelamente al tronco iniziale con una direzione d'asse di circa 76°N.

Il secondo braccio, avente sezione a scogliera ed attualmente in corso d'esecuzione, è stato progettato, finanziato ed approvato molti anni fa dal Ministero Lavori Pubblici, pur senza il corredo di uno specifico studio sugli effetti indotti dalla nuova opera sull'agitazione ondosa nella zona marina antistante, cui è affacciato il lungomare cittadino che collega il porto "nuovo" del Valle con il porto "vecchio" della Pilarella.

Tale lungomare presenta un andamento planimetrico curvilineo convesso ed è caratterizzato da una passeggiata pavimentata ed attrezzata con panchine di cemento ad una quota di circa + 2.0 m s.m. La parete lato mare è protetta da una scogliera aderente di massi naturali realizzata alcuni decenni orsono. La scogliera, esaminata nel corso di sopralluoghi effettuati nell'estate 2005, presenta una berma di cresta alquanto ristretta (2-3 m) con quota sommitale poco inferiore al piano della passeggiata (che viene infatti tracimata in condizioni di forti mareggiate da nord); sono anche evidenti diverse lacune ed assestamenti della scogliera per l'azione del moto ondoso.

Nonostante l'attuale configurazione planimetrica del molo Garibaldi sia stata già approvata ed il secondo braccio sia in via di completamento, è stato comunque eseguito uno specifico studio con modelli numerici di propagazione del moto ondoso (allegato 1) per verificare l'eventuale aumento dell'altezza d'onda significativa nella zona di mare prospiciente il lungomare causato dalle

riflessioni indotte dal nuovo tronco di diga che ha un orientamento più inclinato rispetto alla direzione delle onde di tempesta prevalenti localmente (provenienti da NNW). Tali ondazioni hanno un'incidenza obliqua sulla diga (tra 20 e 45° rispetto alla perpendicolare all'asse del secondo braccio) e quindi tendono ad essere riflesse verso la zona di radice. Peraltro tale zona dista 200-350 m dalla nuova opera, mentre la lunghezza L delle onde incidenti (su profondità al piede della diga dell'ordine dei 10 m) è piuttosto limitata: tipicamente tra 20 e 50 m. Considerando che gli effetti della riflessione ondosa decadono rapidamente con la distanza dalla parete (entro 1-2 L) e che la stessa parete risulta solo parzialmente riflettente in quanto con paramento inclinato (pendenza 1:2) e superficie porosa e scabra (coefficiente di riflessione pari a circa 0.3), è ragionevole attendersi che tali paventati effetti siano trascurabili.

Tale previsione è stata confermata dai risultati dello studio allegato basato sul confronto tra i campi d'onda ottenuti con le due diverse configurazioni geometriche per le condizioni ondose più critiche. Si ottiene con la nuova configurazione un incremento d'agitazione praticamente nullo per le onde corte più frequenti, raggiungendo un incremento massimo del 10% dell'altezza significativa (mediata su due aree rettangolari di circa 1500 m² prossime all'angolo di radice) nel caso raro di onde incidenti di periodo relativamente lungo (T=9 s). Tali incrementi dell'agitazione ondosa risultano di fatto molto modesti: in termini assoluti essi corrispondono ad un aumento dell'altezza significativa estrema (con tempo di ritorno 50ennale) di circa 30 cm, mentre in condizioni di mareggiata più frequenti l'innalzamento risulta nullo o di pochi cm in relazione al variare del periodo ondoso incidente.

Va poi considerato che nel suddetto angolo di radice il PRP2003 propone l'ampliamento della spiaggetta ciottolosa Marinella: tale opera assorbente migliorerà le condizioni di agitazione ondosa. In conclusione si può affermare la trascurabile influenza della nuova opera di prolungamento del molo Garibaldi (incluso il futuro terzo braccio, ancora più distante dal lungomare ed avente asse allineato più ortogonalmente alle direzioni di attacco prevalenti delle onde incidenti) sullo stato di agitazione nell'area marina cui è affacciato il lungomare cittadino.

Peraltro, considerate le inadeguate condizioni dell'attuale protezione della passeggiata lungomare, appare ragionevole prevedere il rifiorimento della vecchia scogliera aderente innalzandone la quota di cresta con almeno uno strato di massi (circa 1 m) ed allargandone la berma con almeno due file, previe le opportune verifiche idraulico-marittime.

Tab.1 : Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.

ANNUALE

Punto P di rifrazione inversa spettrale (-4.5 m) - ATTUALE

Periodo di riferimento 1 gennaio 1951 - 30 dicembre 1978

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25+0.5	0.5+1.0	1.0+1.5	1.5+2.0	2.0+2.5	2.5+3.0	3.0+3.5	3.5+4.0	4.0+4.5	4.5+5.0	5.0+5.5	5.5+6.0	6.0+6.5		>=6.5
10																
20																
30																
40																
50																
60																
70																
80																
90																
100																
110																
120																
130																
140																
150																
160																
170																
180																
190																
200																
210																
220																
230																
240																
250																
260																
270																
280																
290																
300																
310																
320	10.92	0.00	0.10	0.05												11.07
330	27.75	18.46	7.41	0.68	0.09	0.01										54.41
340	26.38	7.16	0.39													33.93
350	0.59															0.59
360																
TOT.	65.63	25.63	7.90	0.74	0.09	0.01										100.00
Tot. cumul.	91.26	99.16	99.90	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 22949

Tab.2 : Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza.

ANNUALE

Punto P di rifrazione inversa spettrale (-4.5 m) - PROGETTO

Periodo di riferimento 1 gennaio 1951 - 30 dicembre 1978

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25+0.5	0.5+1.0	1.0+1.5	1.5+2.0	2.0+2.5	2.5+3.0	3.0+3.5	3.5+4.0	4.0+4.5	4.5+5.0	5.0+5.5	5.5+6.0	6.0+6.5		>=6.5
10																
20																
30																
40																
50																
60																
70																
80																
90																
100																
110																
120																
130																
140																
150																
160																
170																
180																
190																
200																
210																
220																
230																
240																
250																
260																
270																
280																
290																
300																
310	4.72															4.72
320	11.63	0.63	0.00													12.26
330	23.22	19.64	7.99	0.64	0.06											51.55
340	22.94	6.51	0.29													29.74
350	1.70															1.70
360	0.04															0.04
TOT.	64.24	26.78	8.28	0.64	0.06											100.00
Tot. cumul.	91.02	99.31	99.94	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 22648

Tab.3 - Onda di modellazione per il sito in esame - RISULTANTE ANNUALE
 Punto P di rifrazione inversa spettrale (-4.5 m) - ATTUALE

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)										TOT.
	0.5+1.0	1.0+1.5	1.5+2.0	2.0+2.5	2.5+3.0	3.0+3.5	3.5+4.0	4.0+4.5	4.5+5.0	> 5.0	
10											
20											
30											
40											
50											
60											
70											
80											
90											
100											
110											
120											
130											
140											
150											
160											
170											
180											
190											
200											
210											
220											
230											
240											
250											
260											
270											
280											
290											
300											
310											
320	83.60	116.80									200.40
330	2555.80	996.70	278.00	43.70							3874.20
340	72.00										72.00
350											
360											
TOT.	2711.40	1113.50	278.00	43.70							4146.60

	Hs >		
	0.5	1.0	1.5
Flusso di energia risultante (kW/m):	4142.5	1433.6	321.7
Direzione del vettore flusso di energia (°N):	330	329	330
Numero eventi sopra soglia:	2005	192	23
H equivalente (m):	0.76	1.27	1.64
Durata (mesi):	1.05	0.10	0.01

Tab.4 - Onda di modellazione per il sito in esame - RISULTANTE ANNUALE
 Punto P di rifrazione inversa spettrale (-4.5 m) - PROGETTO

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)									TOT.	
	0.5+1.0	1.0+1.5	1.5+2.0	2.0+2.5	2.5+3.0	3.0+3.5	3.5+4.0	4.0+4.5	4.5+5.0		> 5.0
10											
20											
30											
40											
50											
60											
70											
80											
90											
100											
110											
120											
130											
140											
150											
160											
170											
180											
190											
200											
210											
220											
230											
240											
250											
260											
270											
280											
290											
300											
310											
320	0.80										0.80
330	2648.00	898.90	179.40								3726.30
340	54.30										54.30
350											
360											
TOT.	2703.10	898.90	179.40								3781.40

	Hs >		
	0.5	1.0	1.5
Flusso di energia risultante (kW/m):	3780.6	1078.3	179.4
Direzione del vettore flusso di energia (°N):	330	330	330
Numero eventi sopra soglia:	2033	157	13
H equivalente (m):	0.73	1.23	1.63
Durata (mesi):	1.08	0.08	0.01

PORTO DEL VALLE - SANTO STEFANO

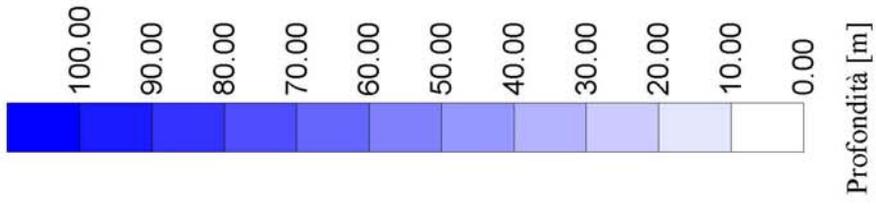
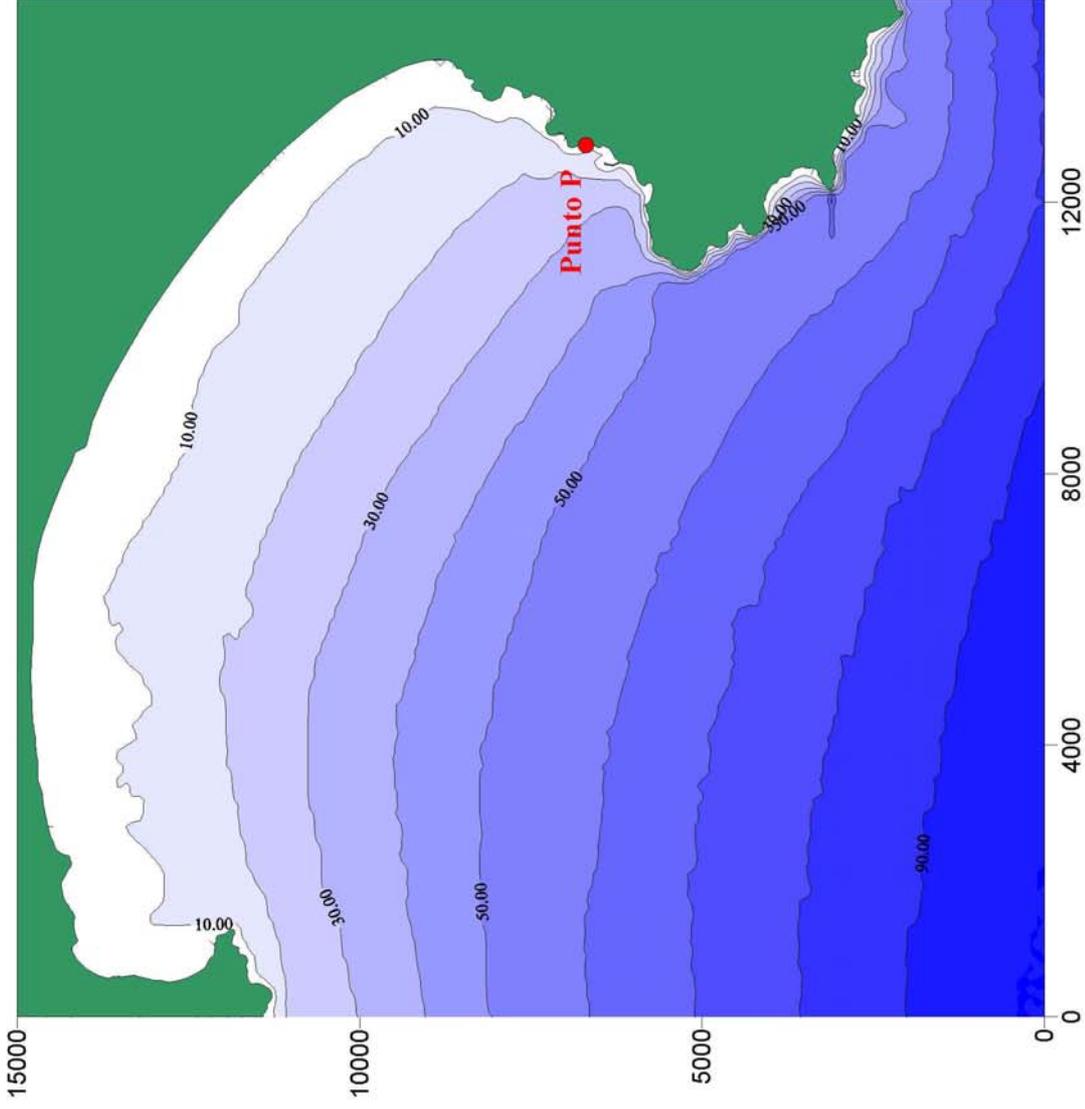
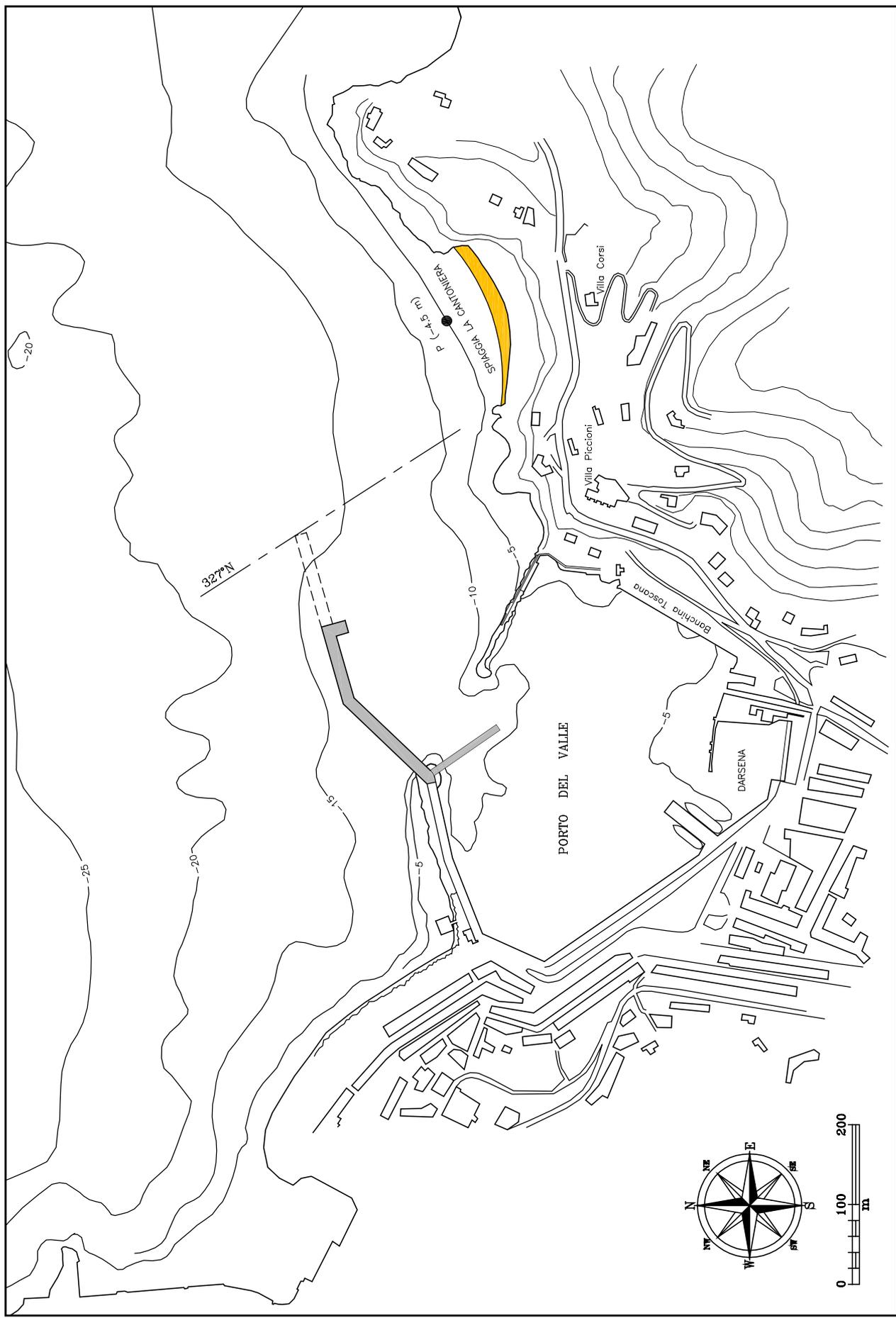


Fig. 1. Batimetria di riferimento per il modello MEROPE

Fig.1a - Porto del Valle- P.S. Stefano : Ubicazione geografica della spiaggia della Cantoniera con indicazione (in grigio) delle opere di progetto.



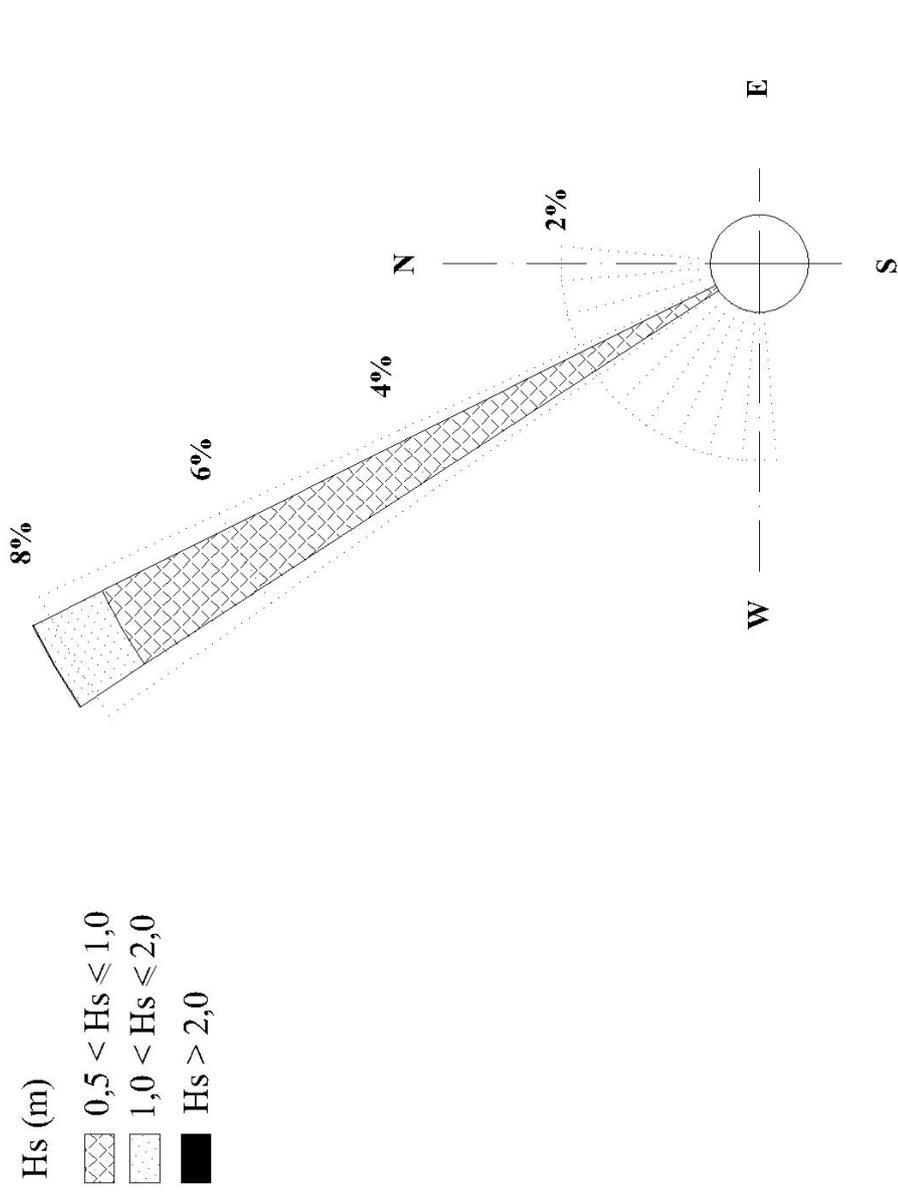
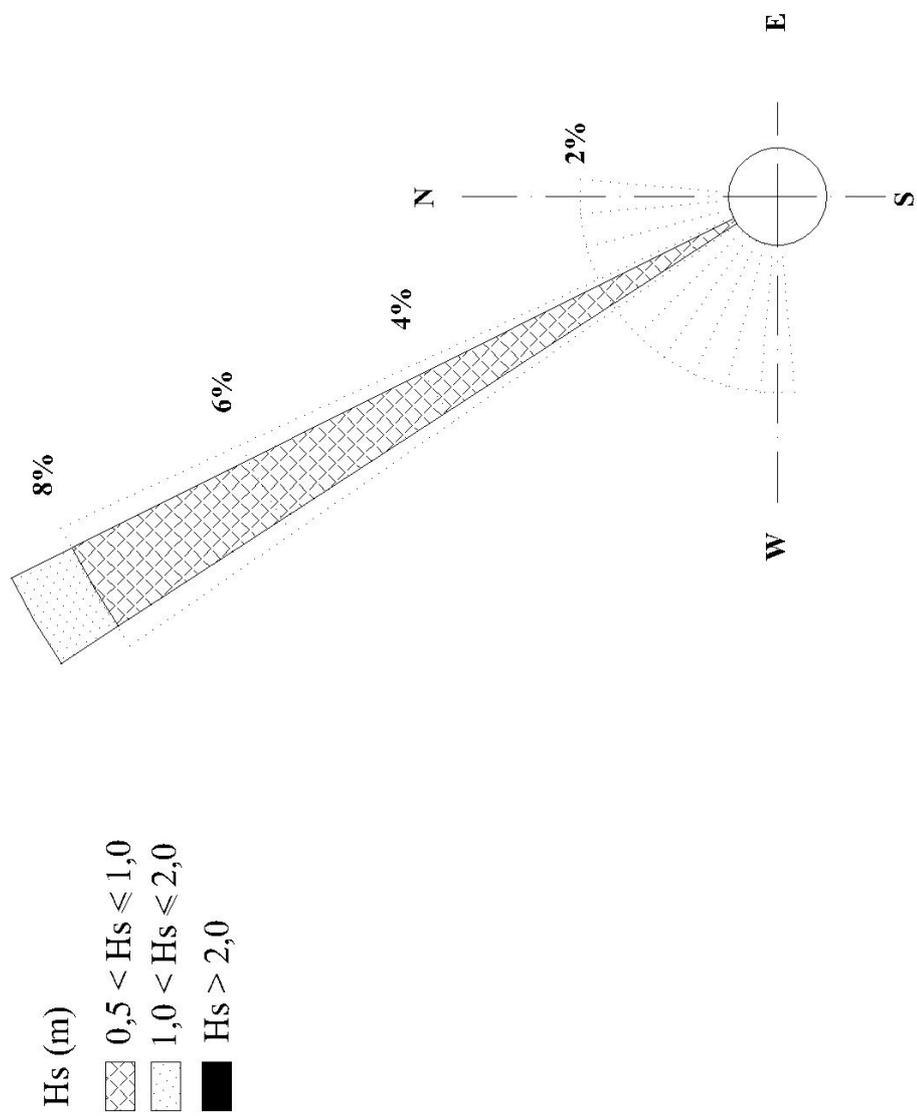


Fig. 2 : Rosa del moto ondoso nel punto P - Situazione Attuale
 Clima annuale
 Periodo di riferimento 1 gennaio 1951 - 30 dicembre 1978



Hs (m)

-  $0,5 < Hs \leq 1,0$
-  $1,0 < Hs \leq 2,0$
-  $Hs > 2,0$

Fig. 3 : Rosa del moto ondoso nel punto P - Situazione di Progetto
 Clima annuale
 Periodo di riferimento 1 gennaio 1951 - 30 dicembre 1978

Fig. 4 - Punto di rifrazione inversa P : Corrispondenza direzioni di moto ondoso largo - riva (situazione attuale)

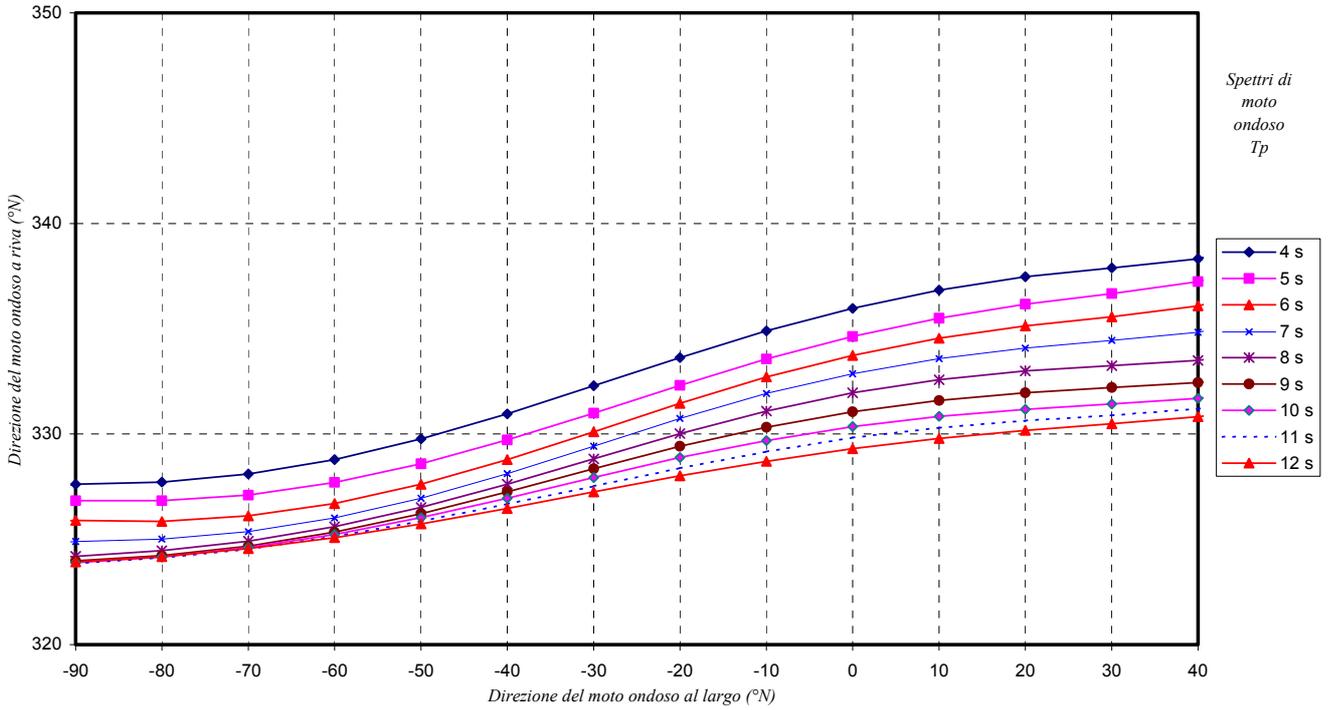


Fig.5 - Punto di rifrazione inversa P : Rapporto tra l'altezza d'onda al largo H_{so} e sotto costa in funzione della direzione del moto ondoso al largo (situazione attuale)

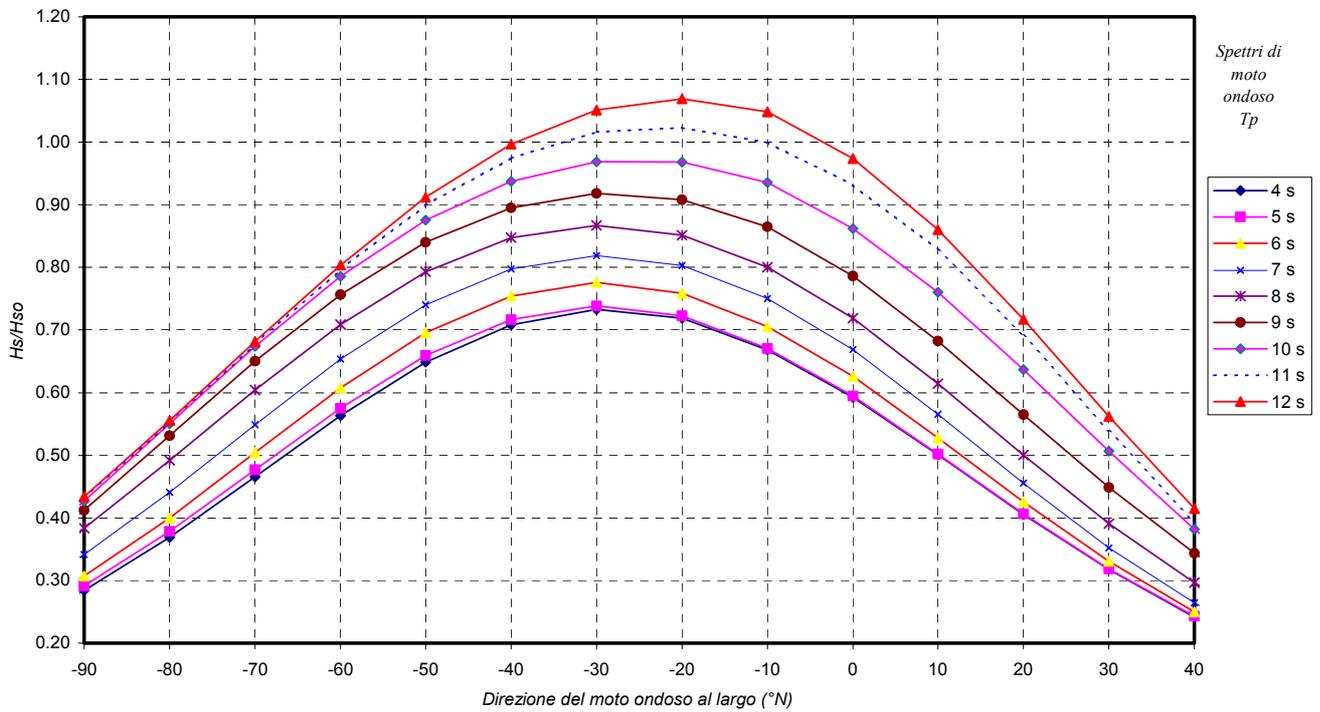


Fig. 6 - Punto di rifrazione inversa P : Corrispondenza direzioni di moto ondoso largo - riva
Situazione di Progetto

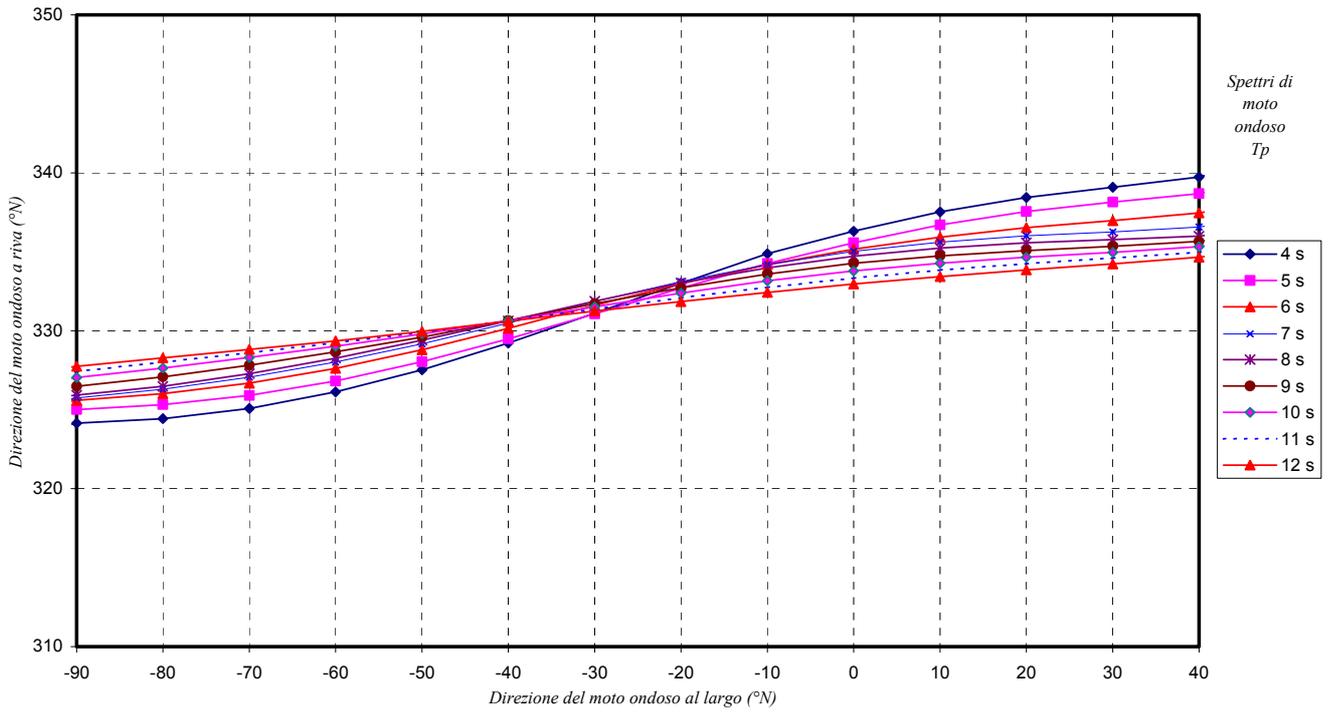


Fig. 7 - Punto di rifrazione inversa P : Rapporto tra l'altezza d'onda al largo H_{s0} e sotto costa
in funzione della direzione del moto ondoso al largo
Situazione di Progetto

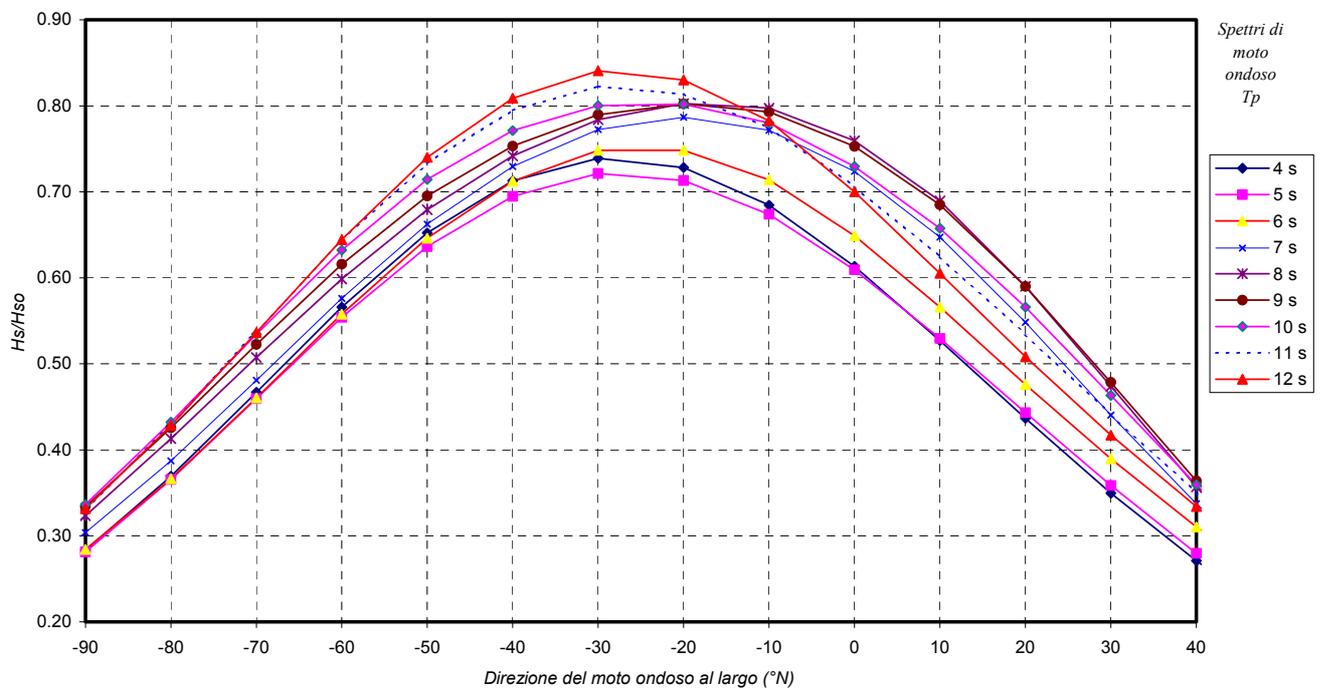




Fig.8 : Esempio di piano d'onda inverso relativo al periodo $T = 9$ s - SITUAZIONE ATTUALE

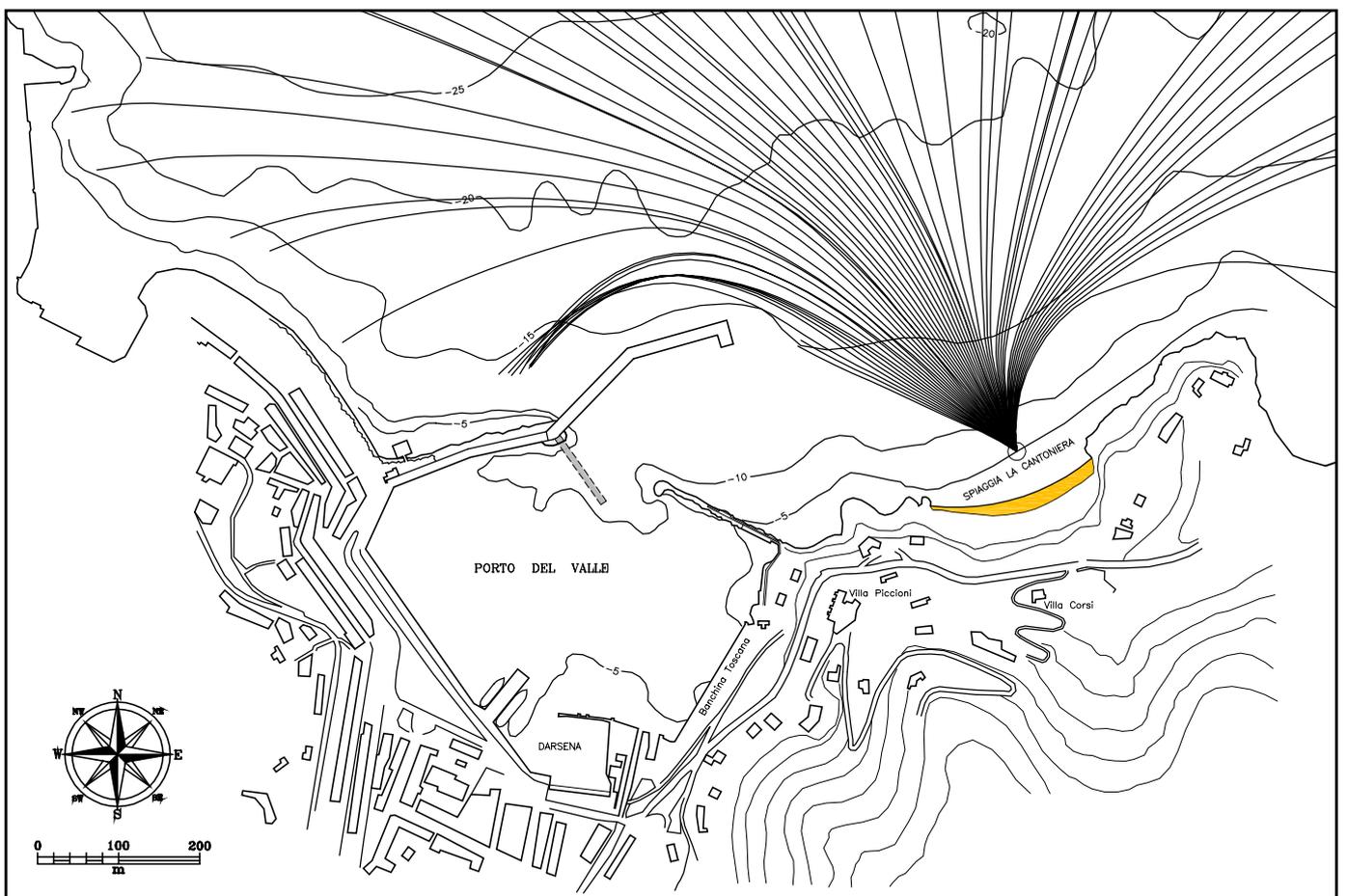


Fig.9 : Esempio di piano d'onda inverso relativo al periodo $T = 9$ s - SITUAZIONE DI PROGETTO