

## **Interventi di adeguamento tecnico - funzionale del Porto commerciale di Salerno**



**Studio di impatto ambientale**  
*Quadro di riferimento ambientale*  
Allegato QAMB.A9

In copertina:

Vue de la ville de Salerno, (1763) disegno di Claude Louis Chatelet incisione di Jacques Joseph Coyne (terminata da de Ghendt)



ISO 9001:2008 CERTIFICATO N. 2411

**I.R.I.D.E. srl**

Via Giacomo Trevis 88 – 00147 – Roma – tel – fax 06 51606033

[admin@istituto-iride.com](mailto:admin@istituto-iride.com) – [www.istituto-iride.com](http://www.istituto-iride.com)

C F – P.IVA 08024671003 – Registro Imprese di Roma 89912/04 – R.E.A. n. RM-1068311

**SUOLO E SOTTOSUOLO: EVOLUZIONE STORICA DEL LITORALE**

---

## Autorità Portuale di Salerno

### ADEGUAMENTO TECNICO-FUNZIONALE DELLE OPERE PREVISTE DAL PIANO REGOLATORE PORTUALE DI SALERNO

### Effetti delle nuove opere sul litorale adiacente a ponente

### Relazione Tecnica



Doc. n. MI027S-PF-RT-2000-01			Codice file: MI027S-PF-RT-2000-01.doc		
Rev.	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	Data
01	Emissione finale	Silverio Iacono Giulia Pellegrini	Yuail Eprim	Silverio Iacono	25/02/2010
00	Prima emissione	Silverio Iacono Giulia Pellegrini	Yuail Eprim	Silverio Iacono	18/02/2010

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE E METODOLOGIA ADOTTATA</b>	<b>2</b>
<b>3. EVOLUZIONE STORICA DEL LITORALE SULLA BASE DELLA CARTOGRAFIA DISPONIBILE</b>	<b>3</b>
<b>4. DATI DI MOTO ONDOSI RELATIVI AL PARAGGIO</b>	<b>7</b>
4.1. Clima di moto ondoso in acque profonde	7
4.2. Clima di moto ondoso sotto costa	11
<b>5. CONFIGURAZIONI DI RIFERIMENTO</b>	<b>18</b>
<b>6. ANALISI DEL FLUSSO DI ENERGIA</b>	<b>24</b>
<b>7. CONCLUSIONI</b>	<b>34</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO</b>	<b>35</b>

## ELENCO DELLE FIGURE

Fig. 3.1 - Foto aerea del paraggio d'interesse ripresa nel 1954 (Fonte APS).	4
Fig. 3.2 - La spiaggia della Baia alla fine degli anni 60 (Fonte APS).	5
Fig. 3.3 - Foto aerea della spiaggia della Baia ripresa nel 1998 (fonte APS).	5
Fig. 3.4 - Foto aerea della spiaggia della Baia ripresa nel 2007 (fonte APS).	6
Fig. 3.5 - Immagine satellitare della situazione attuale (fonte Google Earth).	6
Fig. 4.1 - Clima del moto ondoso al largo di Salerno: Distribuzione direzionale delle altezze d'onda.	8
Fig. 4.2 - Ondametro virtuale in prossimità dell'imboccatura (rappresentato sulla carta nautica N. 96 INT 3387 pubblicata dall'I.M.).	11
Fig. 4.3 - Clima del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione direzionale delle altezze d'onda.	13
Fig. 4.4 - Clima stagionale del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione direzionale delle altezze d'onda.	15
Fig. 5.1 - Planimetria generale del porto commerciale di Salerno con le opere previste nell'attuale proposta di Adeguamento Tecnico-Funzionale del Piano Regolatore Portuale di Salerno (fonte Autorità Portuale di Salerno).	19
Fig. 5.2 - Configurazione 1 (attuale).	20
Fig. 5.3 - Configurazione 2.	21
Fig. 5.4 - Configurazione 3.	22
Fig. 5.5 - Configurazione 4.	23
Fig. 6.1 - Settore di traversia geografico composto relativo al paraggio della spiaggia della Baia e indicazione del settore prevalente di Libeccio in corrispondenza della stazione ondometrica virtuale A ubicata in prossimità dell'imboccatura portuale.	30
Fig. 6.2 - Direzione media di provenienza (213°N) dei flussi energetici stagionali.	32
Fig. 6.3 - Valutazione qualitativa della propagazione dei flussi energetici sotto costa.	33

## ELENCO DELLE TABELLE

Tab. 4.1:	Regime di moto ondoso al largo di Salerno: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hmo e direzione.	9
Tab. 4.2:	Regime di moto ondoso al largo di Salerno: Distribuzione degli eventi registrati per classi di Hmo e direzione.	10
Tab. 4.3:	Regime del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di Hmo e direzione.	14
Tab. 4.4:	Regime del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione degli eventi registrati per classi di Hmo e direzione.	14
Tab. 4.5:	Regime del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di Hmo e Tp per settore di provenienza.	16
Tab. 4.6:	Regime del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione degli eventi registrati per classi di Hmo e Tp per settore di provenienza.	17
Tab. 6.1:	Tabella annuale dei flussi di energia per classi di altezza d'onda e direzione.	26
Tab. 6.2:	Tabelle stagionali dei flussi di energia per classi di altezza d'onda e direzione. Invernale (sopra), primaverile (sotto).	27
Tab. 6.3:	Tabelle stagionali dei flussi di energia per classi di altezza d'onda e direzione. Estiva (sopra), autunnale (sotto).	28
Tab. 6.4:	Distribuzione stagionale del flusso lordo e netto di energia.	31

## 1. PREMESSA

Il presente Studio si inquadra nell'ambito della convenzione stipulata in data 15 febbraio 2010 tra l'Autorità Portuale di Salerno e la scrivente società Technital S.p.A., avente per oggetto la redazione dello Studio per la valutazione degli effetti del prolungamento della diga di sopraflutto sul litorale di ponente compreso tra il molo di sottoflutto e Torre Crestarella.

Nella convenzione viene specificato che lo Studio potrà essere eseguito mediante la valutazione dei flussi energetici netti in corrispondenza del punto A ubicato in prossimità dell'imboccatura del porto di Salerno, individuato nell'ambito dello Studio meteomarinario redatto per conto dell'Autorità Portuale di Salerno nel 2008 35 [Rif. 1]. In corrispondenza di tale punto, nell'ambito dello Studio meteomarinario del 2008, era stato ricostruito il clima di moto ondoso utilizzato in quella sede per analisi probabilistica di agitazione ondosa interna al porto.

La convenzione stabilisce inoltre le configurazioni del molo di sopraflutto da studiare. Esse sono di seguito elencate:

1. Configurazione 1, corrispondente alla Configurazione attuale del Porto;
2. Configurazione 2, corrispondente alla originaria proposta di Adeguamento Tecnico-Funzionale del luglio 2009. Tale configurazione presenta un prolungamento del molo di sopraflutto pari a circa 300 m, del tutto analogo a quello presentato nello Studio meteomarinario del 2008;
3. Configurazione 3, analoga alla Configurazione 2, dalla quale differisce per il diverso prolungamento dato al molo di sopraflutto. Tale prolungamento, con estensione pari a circa 200 m presenta un diverso orientamento onde garantire lo stesso grado di schermatura geometrica della Configurazione 2 dalla direzione 220°N;
4. Configurazione 4, analoga alla Configurazione 2, dalla quale differisce per la diversa lunghezza del prolungamento del molo di sopraflutto, che risulta pari a 200 m.

Tali configurazioni sono le stesse già individuate nell'ambito dell'Adeguamento dello Studio meteomarinario [Rif. 2], redatto nell'ambito della convenzione stipulata in data 23 dicembre 2009 tra l'Autorità Portuale di Salerno e la scrivente società Technital S.p.A.. L'adeguamento si riferisce al già citato Studio per l'individuazione delle condizioni meteomarine al contorno ed analisi probabilistica dell'agitazione ondosa all'interno del Porto Commerciale di Salerno [Rif. 1], redatto dalla scrivente Technital S.p.A. nell'ambito della convenzione stipulata con l'Autorità Portuale di Salerno in data 3 marzo 2008.

## 2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE E METODOLOGIA ADOTTATA

Nel presente Studio sono valutati gli effetti del prolungamento della diga sopraflutto del porto di Salerno, inquadrato nell'ambito dell'attuale proposta di Adeguamento Tecnico-Funzionale delle opere previste dal Piano Regolatore Portuale, sul litorale adiacente a ponente. Le valutazioni sono condotte mediante analisi dei flussi energetici.

Preliminarmente viene eseguita un'attenta analisi dell'evoluzione storica del litorale sulla base delle informazioni cartografiche disponibili (rif. Capitolo 3.) per cercare di cogliere le principali caratteristiche morfodinamiche della spiaggia.

Riguardo al flusso di energia si fa presente che esso - al frangimento - è direttamente correlato all'entità del trasporto solido potenziale nelle diverse formulazioni disponibili in letterature tra cui, la più utilizzata, quella del CERC (U.S. Army, Coastal Engineering Research Center, 1984). Il trasporto dei sedimenti, nella formula del CERC, viene messo in relazione con il flusso di energia parallelo alla costa in corrispondenza della linea frangente. Il valore stimato in questo modo rappresenta il trasporto solido potenziale totale dovuto al solo effetto delle correnti indotte dal moto ondoso, senza tener conto né della granulometria del materiale di fondo, né della pendenza del fondo, né della larghezza della zona frangente. La conoscenza di tali parametri consente la valutazione del trasporto solido litoraneo netto che ricopre generalmente un ruolo preminente rispetto a quello trasversale.

Anziché ricorrere a complicata modellistica ed indagini di campo a supporto delle analisi, nel presente lavoro l'eventuale interferenza delle nuove opere con la spiaggia della Baia è stata valutata sulla base delle informazioni già disponibili, ovvero il clima di moto ondoso in prossimità dell'imboccatura del porto di Salerno.

Nel Capitolo 4. sono dunque riepilogati i risultati ottenuti nell'ambito dello Studio meteomarinario del 2008 [Rif. 1] in termini di clima di moto ondoso al largo (rif. par. §4.1) e sotto costa (rif. par. §4.2).

Nel Capitolo 5. sono riepilogate le diverse configurazioni di prolungamento del molo di sopraflutto previste nell'ambito dell'Adeguamento dello Studio meteomarinario+ [Rif. 2]. Le analisi di impatto saranno riferite alla Configurazione 2, ovvero a quella che presenta la maggiore estensione e quindi - in linea di principio - la maggiore interferenza con la spiaggia della Baia.

Con riferimento al clima di moto ondoso alla stazione virtuale ubicata in prossimità dell'imboccatura del Porto, sono valutati, nel Capitolo 6., i flussi energetici stagionali e le direzioni risultanti che consentono comunque di stimare i processi di evolutivi del litorale in oggetto.

### 3. EVOLUZIONE STORICA DEL LITORALE SULLA BASE DELLA CARTOGRAFIA DISPONIBILE

La spiaggia oggetto di Studio è denominata spiaggia della Baia.

Presenta una lunghezza di poco più di 400 m e si estende tra il promontorio naturale di Torre Crestarella ad Est e la radice del molo di sottoflutto del Porto di Salerno ad Ovest.

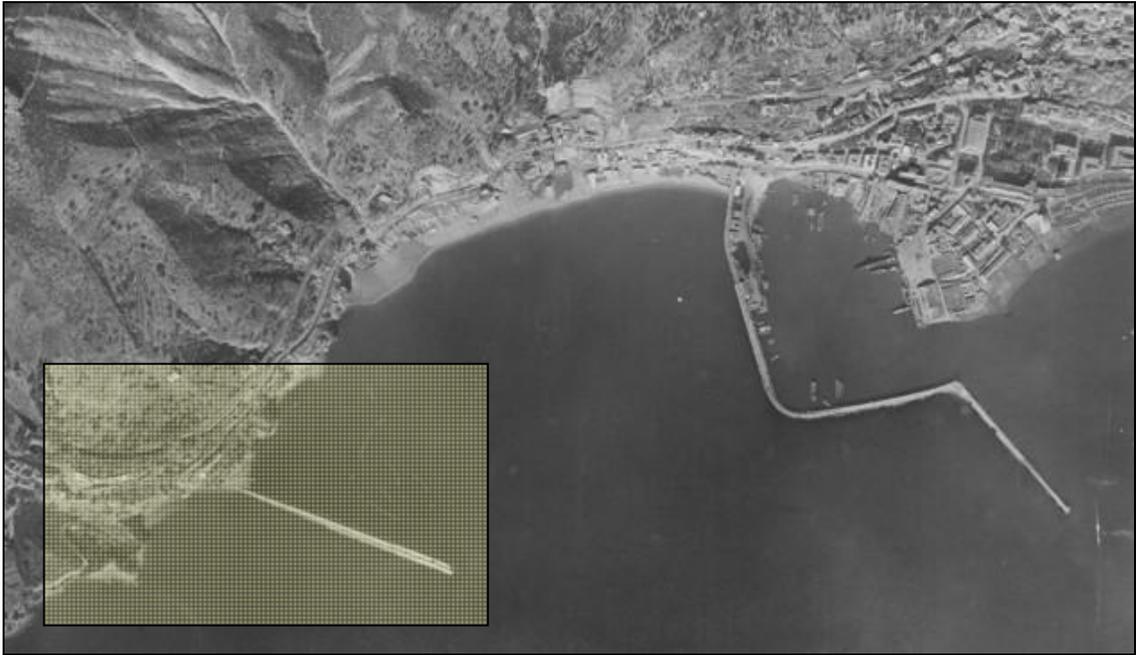
In questa sezione viene illustrata l'evoluzione storica del litorale sulla base delle informazioni cartografiche disponibili, la maggior parte delle quali messe a disposizione dall'Autorità Portuale di Salerno.

Sono state raccolte le seguenti:

1. foto aerea dell'area di interesse ripresa nel 1954 (rif. Fig. 3.1), anno dell'alluvione che ha colpito Salerno e Vietri (sono chiare le tracce nell'immagine presentata). La spiaggia era pressoché inesistente, come anche il Porto che è stato ampliato tra il 1969 ed il 1985;
2. foto del versante di ponente della spiaggia alla fine degli anni '60 (rif. Fig. 3.2);
3. foto aerea della spiaggia della Baia ripresa nel 1998 (rif. Fig. 3.3);
4. foto aerea della spiaggia della Baia ripresa nel 2007 (rif. Fig. 3.4);
5. immagine satellitare della situazione attuale (rif. Fig. 3.5).

Le informazioni raccolte si estendono su un periodo sufficientemente ampio ed hanno un grado di dettaglio tale da rendere possibile una serie di considerazioni che appaiono abbastanza evidenti sull'evoluzione del litorale:

- la linea di riva a levante si raccorda perfettamente con i massi artificiali (cubi) del molo di ponente del porto di Salerno. La assenza di erosione nell'area di contatto è indicativa del fatto che vi sono scarsi se non nulli fenomeni di trasporto solido litoraneo;
- la linea di riva appare identica alle varie epoche, segno che non è soggetta ai cicli di rotazione stagionale sotto l'azione del moto ondoso, in particolare dei flussi energetici ad esso correlati. La risultante del flusso di energia al frangimento può dunque essere stimata perpendicolare alla linea di riva;
- la spiaggia della Baia è una spiaggia stabile, in cui certamente il trasporto solido trasversale sembra avere un ruolo preminente rispetto a quello longitudinale. Il trasporto trasversale però, anche se importante durante le mareggiate, si risolve in una distribuzione del materiale lungo il profilo di spiaggia sommersa, il cui effetto complessivo, nel lungo termine, si compensa;
- la assenza di apporto solido sia da Est che da Ovest e la generale stabilità, fanno sì che tale litorale abbia tutte le caratteristiche di un'unità fisiografica.



**Fig. 3.1 - Foto aerea del paraggio di Interesse ripresa nel 1954 (Fonte APS).**



**Fig. 3.2 -** La spiaggia della Baia alla fine degli anni 80 (Fonte APS).



**Fig. 3.3 -** Foto aerea della spiaggia della Baia ripresa nel 1998 (fonte APS).



**Fig. 3.4 - Foto aerea della spiaggia della Baia ripresa nel 2007 (fonte APS).**



**Fig. 3.5 - Immagine satellitare della situazione attuale (fonte Google Earth).**

## 4. DATI DI MOTO ONDOSO RELATIVI AL PARAGGIO

### 4.1. Clima di moto ondoso in acque profonde

Viene riproposto il clima del moto ondoso in acque profonde in corrispondenza della boa virtuale al largo di Salerno, ottenuto tramite il metodo di trasposizione geografica delle registrazioni di moto ondoso disponibili alla boa ondometrica di Ponza appartenente alla RON (Rete Ondometrica Nazionale).

Per maggiori informazioni sia sulle analisi del moto ondoso in tale stazione che sulla metodologia di trasposizione si rimanda alla Relazione Tecnica Vol. 1 dello Studio meteomarinò condotto nel 2008.

Il metodo di trasposizione geografica ha permesso di ricostruire, a partire dai dati della boa di Ponza, la serie di misure ondometriche trionarie al largo del Golfo di Salerno in prossimità del punto di coordinate geografiche (40°20'N . 14°30'E). Nel periodo d'operatività, dal 01/07/1989 al 17/07/2007, la sua efficienza è stata mediamente prossima al 84%, per cui la durata di registrazione effettiva è di 15.2 anni.

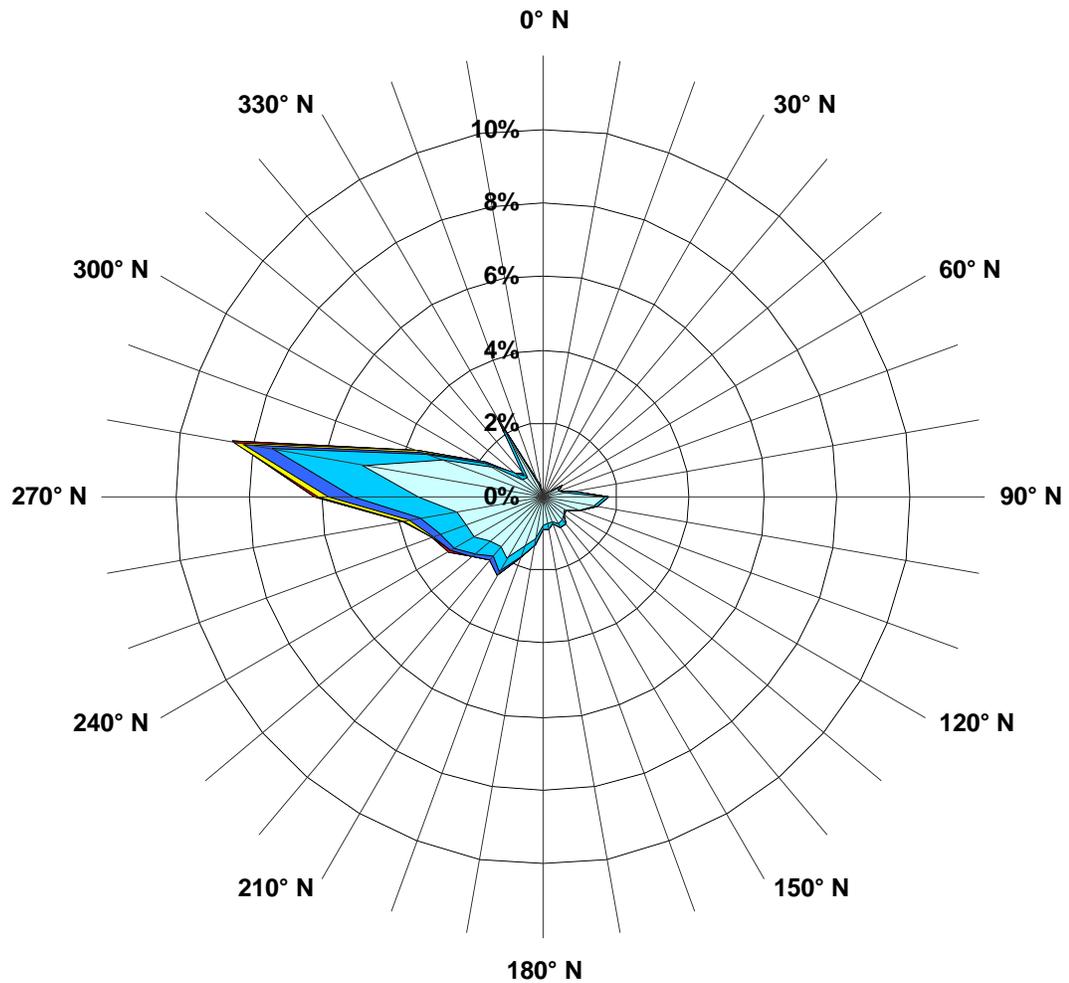
Nelle seguenti tabelle e figure sono rappresentate le distribuzioni annuali degli eventi di moto ondoso suddivisi per classi di altezza d'onda significativa ( $H_{mo}$ ) o per classi di periodo di picco ( $T_p$ ) e direzione di provenienza (°N). Per quanto riguarda le altezze d'onda l'analisi è stata eseguita per classi di ampiezza di 1 m, a partire dagli eventi di calma caratterizzati da  $H_{mo} < 0,5m$ , mentre i periodi sono divisi in classi di ampiezza di 2 s. Infine le direzioni hanno ampiezza di 10° e le classi indicate sono centrali, pertanto i dati appartenenti alla generica classe di riferimento  $\theta m$  si riferiscono al settore  $\theta$ , così definito  $(\theta m - 5^\circ) m\theta < (\theta m + 5^\circ)$ .

Escludendo le calme (eventi con  $H_{mo} < 0,5m$ ), che rappresentano il 41,6% dei dati complessivi, si osserva che:

- La maggiore frequenza di accadimento si ha per il settore di Ponente: il 25% circa degli eventi proviene dal settore compreso tra 245°N e 295°N, mentre il 12% circa proviene dal settore di Libeccio (compreso tra 195°N e 245°N)
- Gli eventi con  $H_{mo} > 4,5$  m provengono dal settore 225°N-315°N, mentre quelli con  $H_{mo} > 6,5m$  provengono dal settore compreso tra 265°N e 305°N
- Il massimo valore dell'altezza d'onda è risultato pari a 8,4 m con direzione di provenienza pari a 280°N
- La distribuzione stagionale delle altezze d'onda mostra che in primavera ed in estate le onde provengono quasi esclusivamente da ponente, con una maggior concentrazione sulla direzione 280°N, mentre in autunno ed inverno il settore di provenienza è più ampio. Com'è da aspettarsi le onde maggiori si verificano in queste due stagioni.

La relazione tra altezza d'onda e periodo desunta dalla regressione delle coppie di valori delle grandezze  $H_{mo}$  (altezza d'onda significativa) e  $T_p$  (periodo d'onda di picco), risulta essere:

$$T_p = 5,07 \sqrt{H_{mo}}$$



■ 6 m ■ 6 m ■ 5 m ■ 4 m ■ 3 m ■ 2 m ■ 1 m

DATI ONDAMETRO VIRTUALE di SALERNO: 52.720 dati, di cui 8.252 indeterminati

RENDIMENTO DELL'ONDAMETRO: 84% su 18 anni di registrazioni ondametrichi  
(dal 01/07/1989 al 17/07/2007)

Calme ( $H_{mo} < 0.5m$ ): 18513 (41.6%)

$H_{mo}$  max = 8.4 m (Direzione 280°N)

Le classi indicate sono "centrali", pertanto la classe di direzione 80°N include le direzioni comprese nell'intervallo  $75^\circ N < 85^\circ N$

**Fig. 4.1 - Clima del moto ondoso al largo di Salerno: Distribuzione direzionale delle altezze d'onda.**

**Tab. 4.1: Regime di moto ondoso al largo di Salerno: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hmo e direzione.**

Hmo (m)	~ 0	~ 0.5	~ 1.5	~ 2.5	~ 3.5	~ 4.5	~ 5.5	~ 6.5	Tot.
DIREZIONE °N	< 0.5	< 1.5	< 2.5	< 3.5	< 4.5	< 5.5	< 6.5		
0		0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
10		0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
20		0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
30		0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
40		0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
50		0.16	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
60		0.47	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57
70		0.43	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48
80		0.68	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
90		1.65	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79
100		1.36	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47
110		1.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12
120		0.68	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73
130		0.73	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76
140		0.85	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95
150		0.84	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94
160		0.74	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
170		0.75	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88
180		0.79	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91
190		1.15	0.17	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33
200		1.45	0.29	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79
210		1.94	0.43	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43
220		1.75	0.39	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	2.24
230		1.87	0.55	0.12	0.02	0.01	0.00	0.00	2.57
240		2.15	0.59	0.15	0.06	0.01	0.00	0.00	2.95
250		2.26	0.69	0.20	0.07	0.01	0.00	0.00	3.24
260		2.42	0.98	0.30	0.10	0.03	0.00	0.00	3.84
270		3.40	1.75	0.69	0.27	0.09	0.01	0.01	6.21
280		4.98	2.49	0.78	0.26	0.08	0.02	0.02	8.63
290		2.86	0.53	0.14	0.05	0.01	0.00	0.00	3.60
300		1.51	0.22	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	1.86
310		0.75	0.19	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	1.01
320		0.69	0.11	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.85
330		2.06	0.31	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	2.43
340		0.32	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
350		0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
<b>Tot. Parz.</b>		<b>43.29</b>	<b>11.00</b>	<b>2.84</b>	<b>0.90</b>	<b>0.27</b>	<b>0.04</b>	<b>0.03</b>	<b>58.37</b>
<b>Calme (&lt;0.5m)</b>	<b>41.63</b>								<b>100.00</b>
<b>Tot. Cum.</b>	<b>41.63</b>	<b>84.92</b>	<b>95.93</b>	<b>98.76</b>	<b>99.66</b>	<b>99.93</b>	<b>99.97</b>	<b>100.00</b>	

DATI ONDAMETRO VIRTUALE di SALERNO: 52.720 dati, di cui 8.252 indeterminati

RENDIMENTO DELL'ONDAMETRO: 84% su 18 anni di registrazioni ondametriches (dal 01/07/1989 al 17/07/2007)

Calme (Hmo<0.5m): 18513 (41.6%)

Hmo max = 8.4 m (Direzione 280°N)

Le classi indicate sono "centrali", pertanto la classe di direzione 80°N include le direzioni comprese nell'intervallo ~ 75°N e < 85°N

**Tab. 4.2: Regime di moto ondoso al largo di Salerno: Distribuzione degli eventi registrati per classi di Hmo e direzione.**

Hmo (m)	- 0	- 0.5	- 1.5	- 2.5	- 3.5	- 4.5	- 5.5	- 6.5	Tot.
DIREZIONE °N	< 0.5	< 1.5	< 2.5	< 3.5	< 4.5	< 5.5	< 6.5		
0		29	7	1	0	0	0	0	37
10		33	11	0	0	0	0	0	44
20		35	5	0	0	0	0	0	40
30		47	6	0	0	0	0	0	53
40		65	8	0	0	0	0	0	73
50		69	8	1	0	0	0	0	78
60		209	43	0	0	0	0	0	252
70		190	23	1	0	0	0	0	214
80		304	46	0	0	0	0	0	350
90		733	63	1	0	0	0	0	797
100		605	48	1	0	0	0	0	654
110		471	26	1	0	0	0	0	498
120		303	20	0	0	0	0	0	323
130		323	17	0	0	0	0	0	340
140		379	42	0	0	0	0	0	421
150		372	43	1	0	0	0	0	416
160		328	26	1	0	0	0	0	355
170		333	55	2	0	0	0	0	390
180		353	50	0	1	0	0	0	404
190		511	74	6	0	0	0	0	591
200		644	131	21	0	0	0	0	796
210		861	189	29	1	0	0	0	1080
220		778	174	39	5	0	0	0	996
230		830	245	53	11	4	0	0	1143
240		957	262	65	25	4	1	0	1314
250		1005	308	91	31	6	0	0	1441
260		1078	438	132	43	13	2	0	1706
270		1511	778	305	118	42	3	6	2763
280		2215	1106	349	114	37	9	7	3837
290		1273	236	64	21	3	2	0	1599
300		672	100	34	14	6	0	2	828
310		335	84	23	6	2	1	0	451
320		307	51	18	4	0	0	0	380
330		918	137	22	4	1	0	0	1082
340		141	23	0	2	0	0	0	166
350		33	10	0	0	0	0	0	43
<b>Tot. Parz.</b>		<b>19250</b>	<b>4893</b>	<b>1261</b>	<b>400</b>	<b>118</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>25955</b>
<b>Calme (&lt;0.5m)</b>	<b>18513</b>								<b>44468</b>
<b>Tot. Cum.</b>	<b>18513</b>	<b>37763</b>	<b>42656</b>	<b>43917</b>	<b>44317</b>	<b>44435</b>	<b>44453</b>	<b>44468</b>	

DATI ONDAMETRO VIRTUALE di SALERNO: 52.720 dati, di cui 8.252 indeterminati

RENDIMENTO DELL'ONDAMETRO: 84% su 18 anni di registrazioni ondametrichi (dal 01/07/1989 al 17/07/2007)

Calme (Hmo<0.5m): 18513 (41.6%)

Hmo max = 8.4 m (Direzione 280°N)

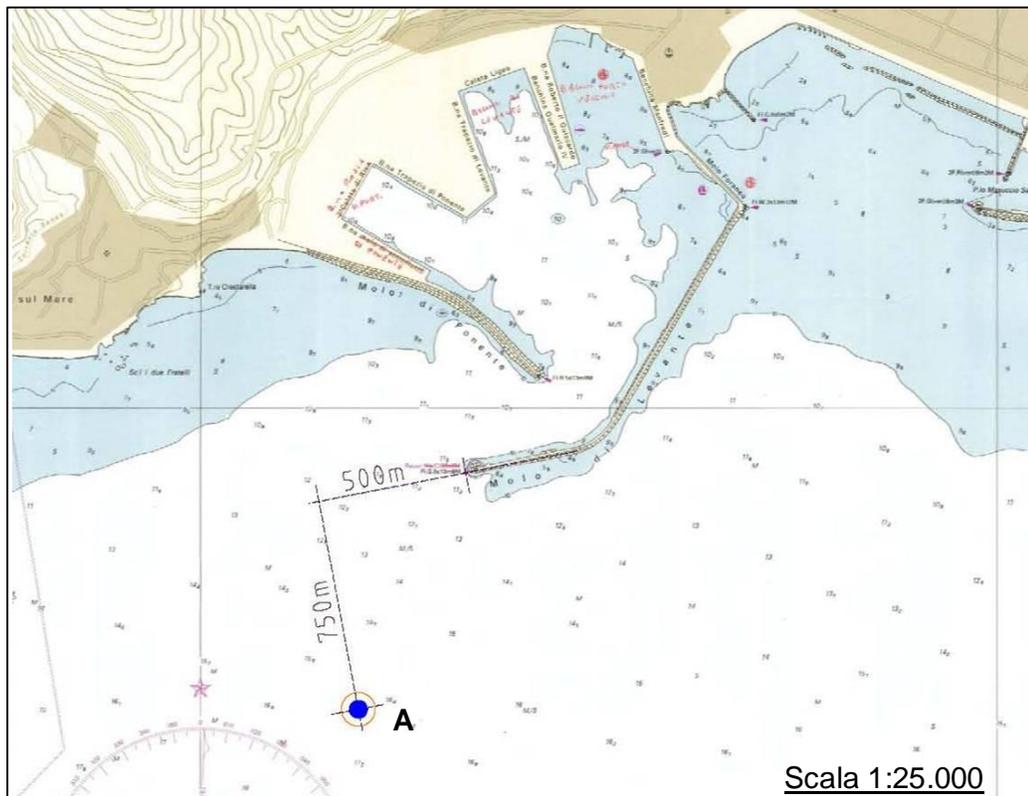
Le classi indicate sono "centrali", pertanto la classe di direzione 80°N include le direzioni comprese nell'intervallo ° 75°N e < 85°N

## 4.2. Clima di moto ondoso sotto costa

In questo paragrafo sono presentati i risultati del trasferimento del moto ondoso sottocosta attraverso l'applicazione del modello di rifrazione inversa spettrale denominato MEROPE. Il modello è stato applicato in un punto A, indicato come ondometro virtuale, ubicato in prossimità dell'imboccatura portuale. La ubicazione di tale stazione virtuale è illustrata in Fig. 4.2.

Nelle seguenti tabelle e figure sono rappresentate le distribuzioni annuali e degli eventi di moto ondoso suddivisi per classi di altezza d'onda significativa ( $H_{mo}$ ) o per classi di periodo di picco ( $T_p$ ) e direzione di provenienza ( $^{\circ}N$ ).

La rappresentazione della distribuzione delle altezze d'onda è stata effettuata considerando classi di ampiezza di 0,5m, a partire dagli eventi con  $H_{mo} < 0,25m$ , più adatte a rappresentare il ridotto regime ondoso in prossimità dell'imboccatura portuale. Infatti i dati con  $H_{mo} < 0,25m$  risultano pari al 47%, percentuale molto simile a quella degli eventi di calma al largo.



**Fig. 4.2 - Ondometro virtuale in prossimità dell'imboccatura (rappresentato sulla carta nautica N. 96 INT 3387 pubblicata dall'I.M.).**

Dall'analisi della distribuzione direzionale delle altezze d'onda si osserva che tutti gli eventi risultano appartenere al settore di traversia compreso tra le direzioni di 170°N e 230°N, in accordo con la configurazione della costa in prossimità dell'imboccatura portuale.

Dunque, escludendo gli eventi con  $H_{mo} < 0,25m$ , dal clima annuale si osserva che:

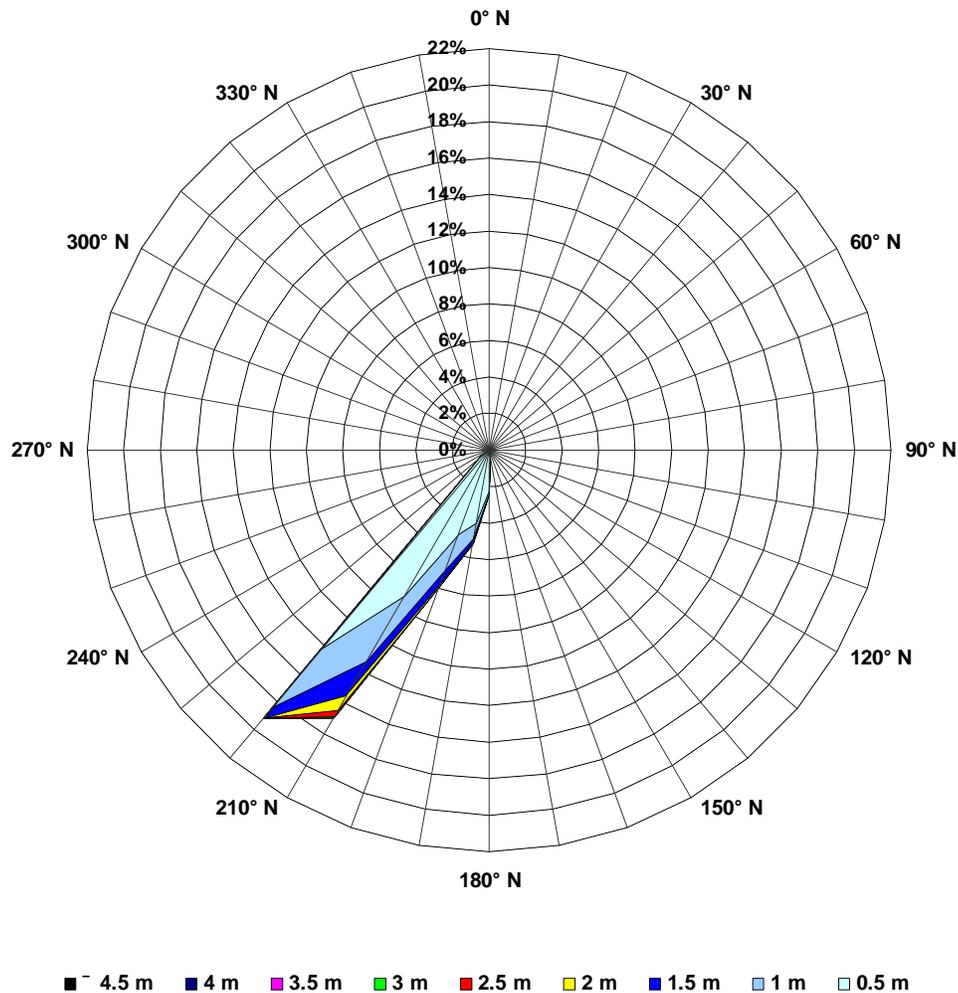
- Il settore prevalente è quello di Libeccio: la maggiore frequenza di accadimento si ha per le direzioni di 220°N (19% degli eventi) e di 210°N (17% degli eventi).
- Gli eventi con le altezze d'onda maggiori provengono da 210°N, direzione cui corrisponde anche il valore massimo dell'onda significativa relativo al periodo in esame (18 anni) risultato pari a 4,64m. L'altezza d'onda con frequenza annuale appartiene alla classe  $H_{mo} = 3,0m$ .

Dalle analisi eseguite a livello stagionale, delle quali si riportano in questa sede solo i grafici in Fig. 4.4 a scopo illustrativo (rimandando per maggiori dettagli alla Relazione Tecnica Vol. 1 dello Studio meteomarinario condotto nel 2008), si deduce che:

- In Inverno la percentuale di eventi con  $H_{mo} < 0.25m$  si riduce al 43,5%, la direzione dominante è la 210°N, cui corrisponde il 21,3% delle registrazioni. I dati con  $H_{mo} > 1,25m$  sono il 7,4% dei dati totali, il massimo valore dell'altezza d'onda risulta pari a 3,92m.
- In Primavera le calme rappresentano il 48,1% dei dati. I mari regnanti sono quelli da 220°N da cui proviene il 20,5% degli eventi, eventi comunque di altezza d'onda limitata entro 1,75m. Le altezze d'onda maggiori provengono dalla direzione 210°N, caratterizzata da un frequenza di accadimento pari al 16,7%. Il massimo valore dell'altezza d'onda risulta pari a 3,31m, mentre le registrazioni con  $H_{mo} > 1,25m$  sono il 3,8% dei dati.
- In Estate la percentuale di eventi con  $H_{mo} < 0,25m$  sale al 57,1%. Come in primavera la direzione regnante è la 220°N (22% dei dati), mentre la direzione dominante è la 210°N, direzione da cui proviene il 10,8% dei dati compresa la massima altezza d'onda registrata, pari a 2,93m. Le onde con  $H_{mo} > 1,25m$  rappresentano solo il 2,3% dei dati.
- In Autunno gli eventi di calma scendono al 38,4%. La distribuzione direzionale delle altezze d'onda in autunno è simile a quella invernale: la direzione dominante è la 210°N (20,4% dei dati). Gli eventi con  $H_{mo} > 1,25m$  sono il 10,3% dei dati totali, il massimo valore dell'altezza coincide con il massimo valore registrato in tutto il periodo di osservazione e pari a 4,64m.

Per quanto riguarda la relazione tra altezza d'onda e periodo desunta dalla regressione delle coppie di valori delle grandezze  $H_{mo}$  (altezza d'onda significativa) e  $T_p$  (periodo d'onda di picco), si ottiene:

$$T_p = 5,08\sqrt{H_{mo}}$$



DATI STAZIONE VIRTUALE DAVANTI ALL'AMBOCCATURA DEL PORTO DI SALERNO: 52.720 dati di cui 9.069 indeterminati

RENDIMENTO DELL'ONDAMETRO: 83% su 18 anni di registrazioni ondametriches (dal 01/07/1989 al 17/07/2007)

Calme ( $H_{mo} < 0.25m$ ): 20.614 (47.2%)

$H_{mo} \text{ max} = 4.64 \text{ m}$  (Direzione 210°N)

Le classi indicate sono "centrali", pertanto la classe di direzione 80°N include le direzioni comprese nell'intervallo  $\sim 75^\circ\text{N}$  e  $< 85^\circ\text{N}$

**Fig. 4.3 - Clima del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione direzionale delle altezze d'onda.**

**Tab. 4.3: Regime del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione percentuale degli eventi ondosi per classi di Hmo e direzione.**

Hmo (m)	- 0	- 0.25	- 0.75	- 1.25	- 1.75	- 2.25	- 2.75	- 3.25	- 3.75	- 4.25	Tot.
DIREZIONE °N	< 0.25	< 0.75	< 1.25	< 1.75	< 2.25	< 2.75	< 3.25	< 3.75	< 4.25		
170		0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39
180		2.29	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41
190		4.07	0.93	0.17	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20
200		4.86	2.08	0.80	0.24	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	8.09
210		9.23	4.17	2.18	0.90	0.37	0.09	0.02	0.01	0.00	16.97
220		14.18	4.22	0.74	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.23
230		0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48
<b>Tot. Parz.</b>		<b>35.51</b>	<b>11.51</b>	<b>3.90</b>	<b>1.25</b>	<b>0.45</b>	<b>0.12</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>52.78</b>
Calme (<0.25m)	47.22										100.00
<b>Tot. Cum.</b>	<b>47.22</b>	<b>82.73</b>	<b>94.24</b>	<b>98.14</b>	<b>99.39</b>	<b>99.84</b>	<b>99.96</b>	<b>99.98</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	

**Tab. 4.4: Regime del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione degli eventi registrati per classi di Hmo e direzione.**

Hmo (m)	- 0	- 0.25	- 0.75	- 1.25	- 1.75	- 2.25	- 2.75	- 3.25	- 3.75	- 4.25	Tot.
DIREZIONE °N	< 0.25	< 0.75	< 1.25	< 1.75	< 2.25	< 2.75	< 3.25	< 3.75	< 4.25		
170		172	0	0	0	0	0	0	0	0	172
180		999	48	3	0	0	0	0	0	0	1050
190		1778	404	75	11	0	1	0	0	0	2269
200		2123	909	349	106	34	9	0	2	0	3532
210		4027	1819	953	392	161	41	10	4	2	7409
220		6191	1843	323	37	0	1	0	0	0	8395
230		210	0	0	0	0	0	0	0	0	210
<b>Tot. Parz.</b>		<b>15500</b>	<b>5023</b>	<b>1703</b>	<b>546</b>	<b>195</b>	<b>52</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>23037</b>
Calme (<0.25m)	20614										43651
<b>Tot. Cum.</b>	<b>20614</b>	<b>36114</b>	<b>41137</b>	<b>42840</b>	<b>43386</b>	<b>43581</b>	<b>43633</b>	<b>43643</b>	<b>43649</b>	<b>43651</b>	

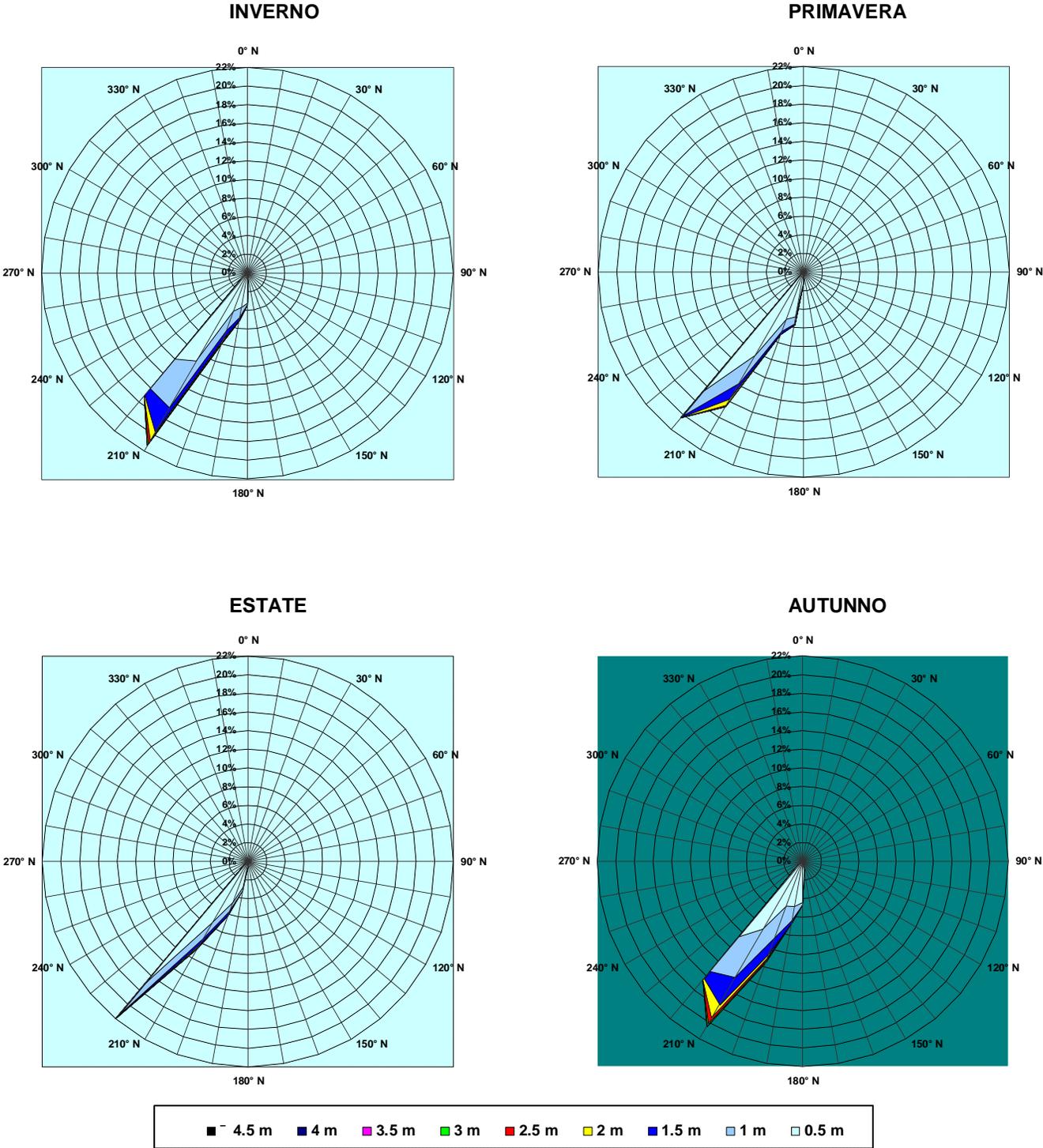
DATI STAZIONE VIRTUALE DAVANTI ALL'IMBOCCATURA DEL PORTO DI SALERNO: 52.720 dati di cui 9.069 indeterminati

RENDIMENTO DELL'ONDAMETRO: 83% su 18 anni di registrazioni ondametriches (dal 01/07/1989 al 17/07/2007)

Calme (Hmo<0.25m): 20.614 (47.2%)

Hmo max = 4.64 m (Direzione 210°N)

Le classi indicate sono "centrali", pertanto la classe di direzione 80°N include le direzioni comprese nell'intervallo - 75°N e < 85°N



**Fig. 4.4 -** *Clima stagionale del moto ondoso all'imboccatura del porto di Salerno: Distribuzione direzionale delle altezze d'onda.*





## 5. CONFIGURAZIONI DI RIFERIMENTO

Le configurazioni di riferimento per lo Studio in oggetto rappresentano il risultato di un processo di ottimizzazione che tiene conto di un'adeguata protezione del Porto dal moto ondoso e delle raccomandazioni espresse dagli organismi internazionali autorevoli in materia di sicurezza della navigazione [Rif. 2].

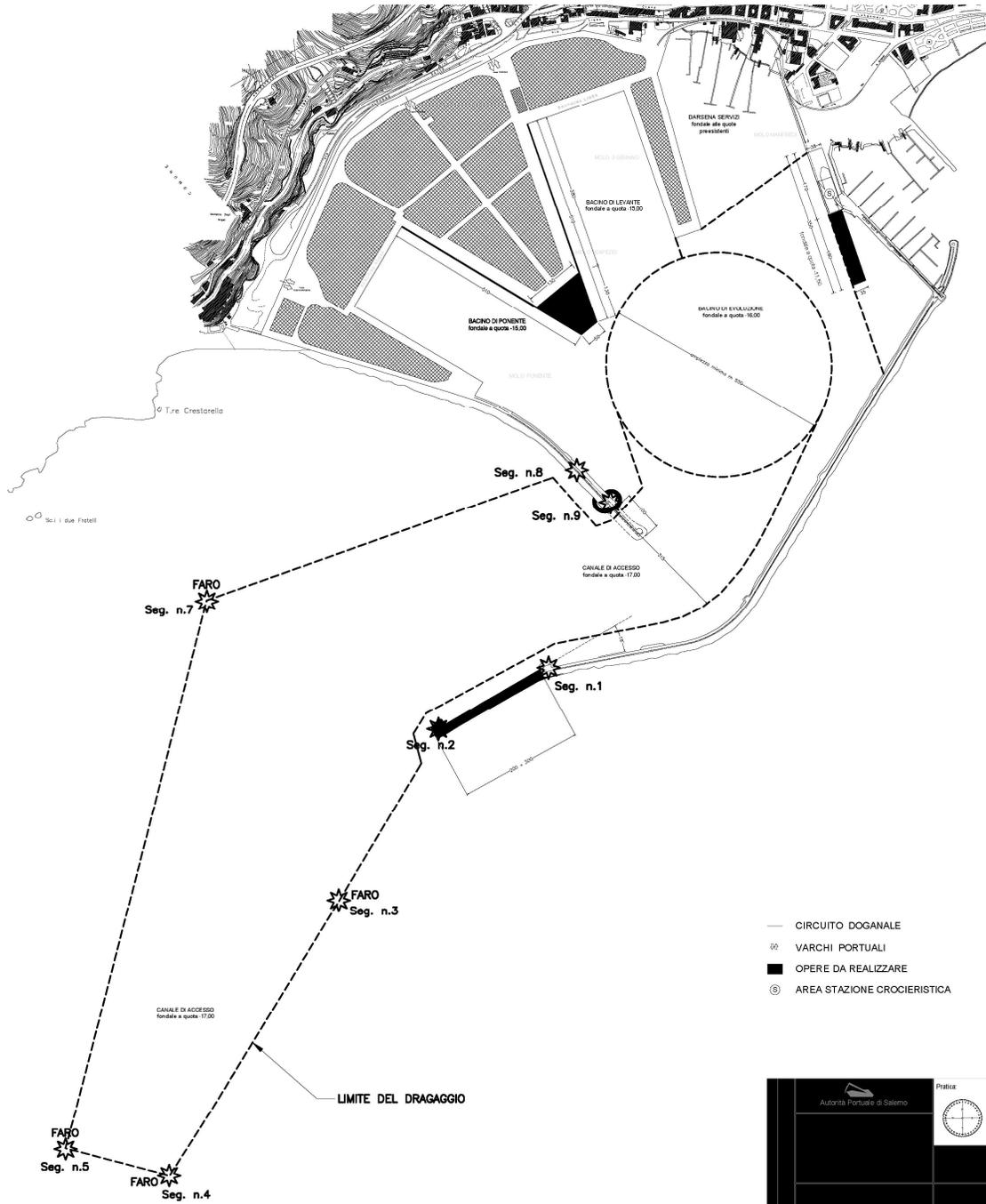
Esse differiscono tra loro per il diverso layout del prolungamento del molo di sopraflutto, ferme restando tutte le opere interne e l'assetto dei fondali che sono quelli previsti nell'attuale proposta Adeguamento Tecnico-Funzionale del Piano Regolatore Portuale di Salerno (rif. Fig. 5.1):

- approfondimento dei fondali portuali;
- allargamento dell'imboccatura portuale;
- prolungamento del molo di sopraflutto;
- prolungamento del Molo Trapezio;
- prolungamento del Molo Manfredi.

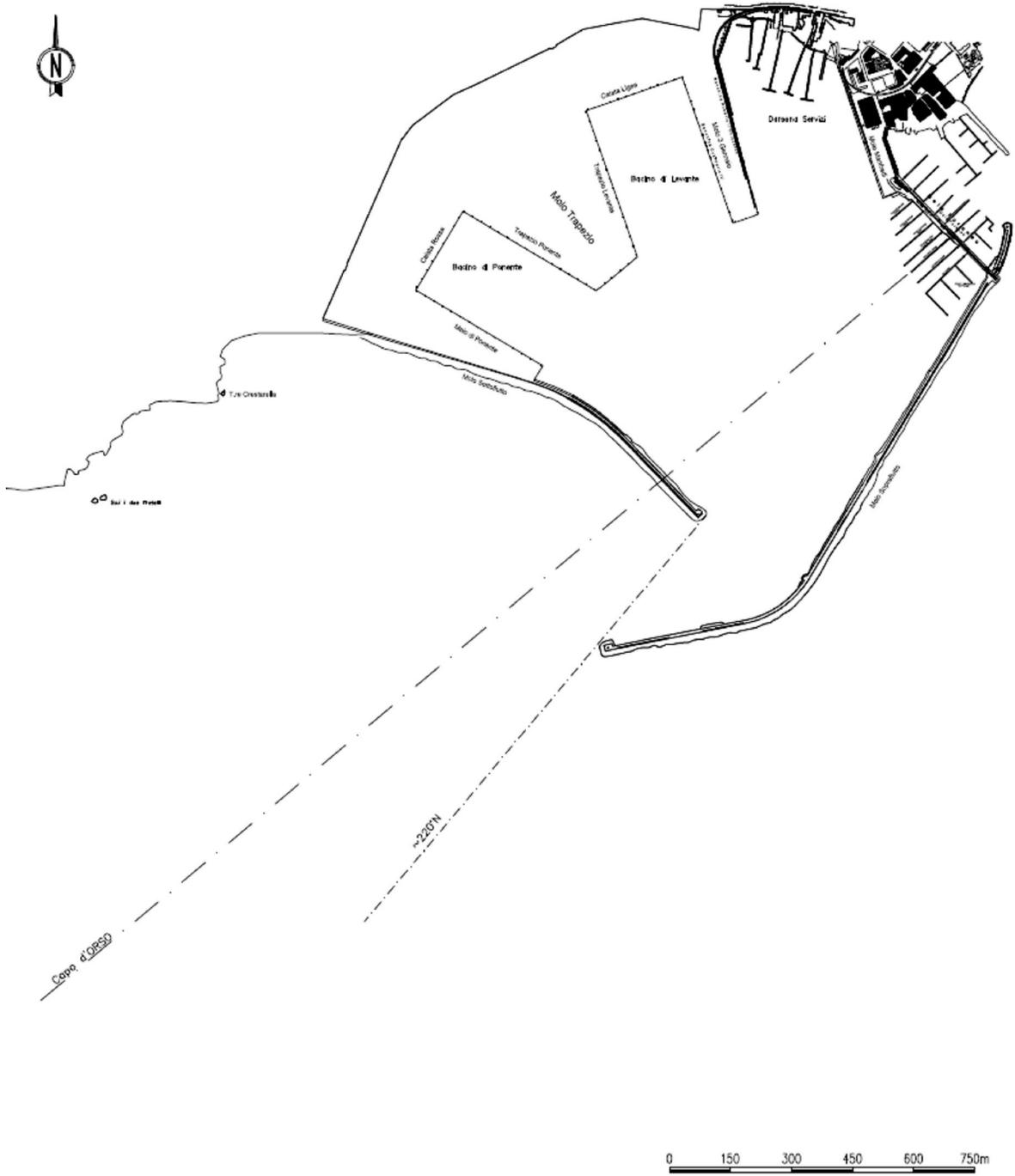
Tali configurazioni sono di seguito presentate, assieme a quella base, rappresentata dalla Configurazione attuale de Porto:

1. Configurazione 1 (rif. Fig. 5.2), corrispondente alla Configurazione attuale del Porto;
2. Configurazione 2 (rif. Fig. 5.3), Configurazione 2, corrispondente alla originaria proposta di Adeguamento Tecnico-Funzionale del luglio 2009. Tale configurazione presenta un prolungamento del molo di sopraflutto pari a circa 300 m, del tutto analogo a quello presentato nello Studio meteomarinario del 2008;
3. Configurazione 3 (rif. Fig. 5.4), analoga alla Configurazione 2, dalla quale differisce per il diverso prolungamento dato al molo di sopraflutto. Tale prolungamento, con estensione pari a circa 200 m presenta un diverso orientamento onde garantire lo stesso grado di schermatura geometrica della Configurazione 2 dalla direzione 220°N;
4. Configurazione 4 (rif. Fig. 5.5), analoga alla Configurazione 2, dalla quale differisce per la diversa lunghezza del prolungamento del molo di sopraflutto, che qui risulta pari a 200 m.

Per maggiori dettagli sui criteri che hanno portato alla definizione di tali configurazioni si rimanda allo Studio di adeguamento [Rif. 2].



**Fig. 5.1 -** *Planimetria generale del porto commerciale di Salerno con le opere previste nell'attuale proposta di Adeguamento Tecnico-Funzionale del Piano Regolatore Portuale di Salerno (fonte Autorità Portuale di Salerno).*



**Fig. 5.2 - Configurazione 1 (attuale).**



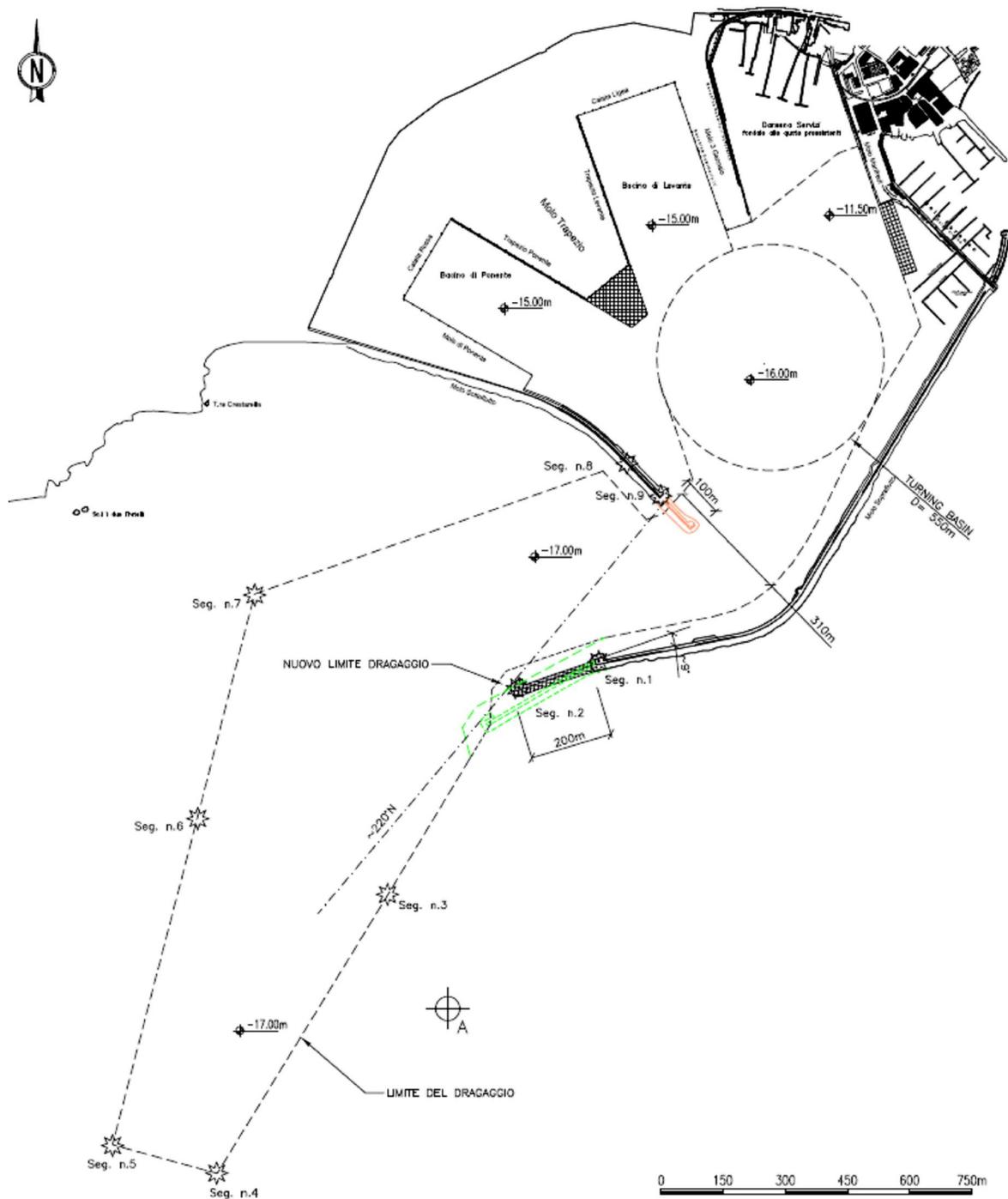


Fig. 5.4 - Configurazione 3.

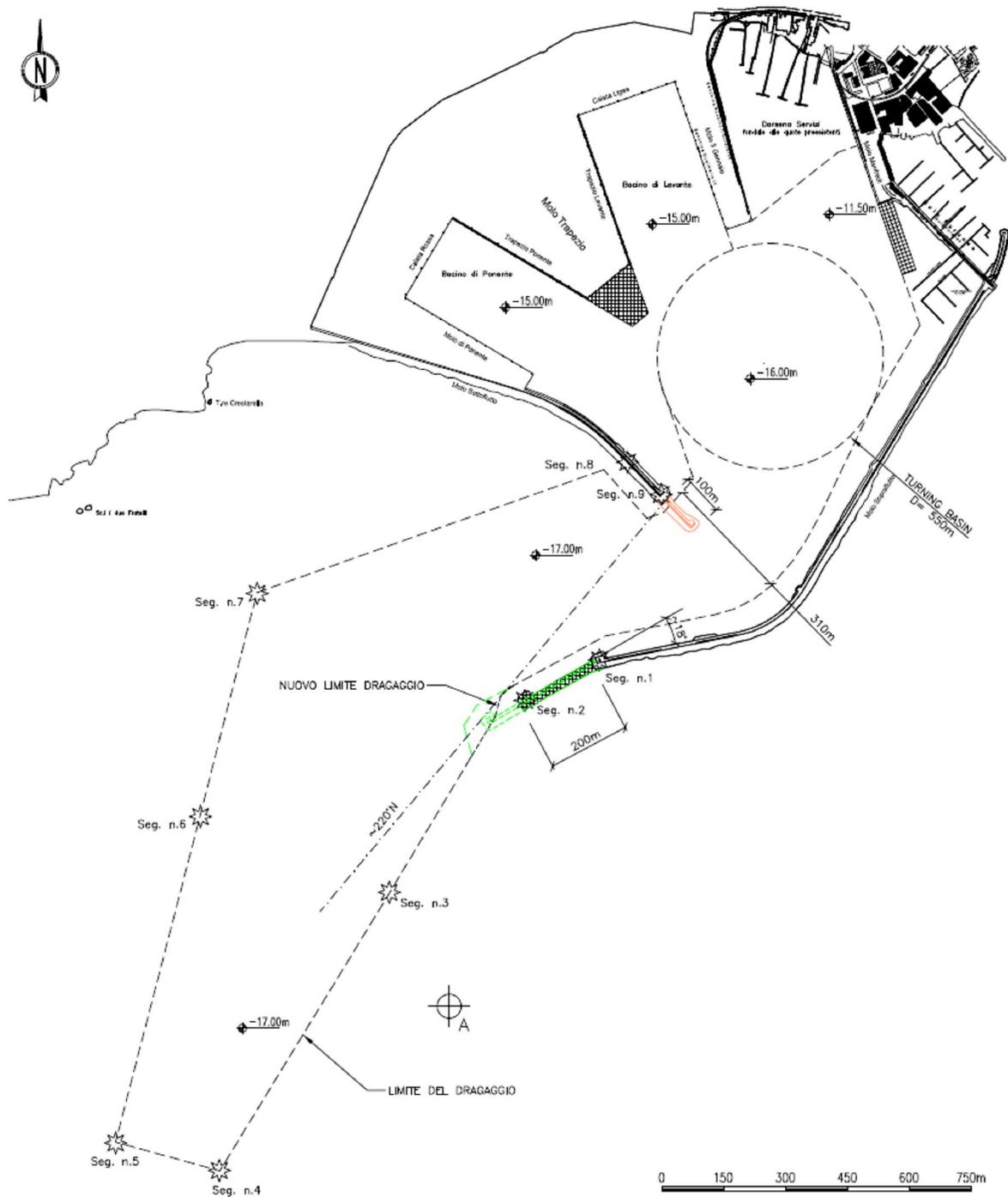


Fig. 5.5 - Configurazione 4.

## 6. ANALISI DEL FLUSSO DI ENERGIA

Secondo la teoria classica il flusso di energia è dato da:

$$E = \rho \cdot g \cdot H^2 \cdot C_g / 8$$

dove:

$\rho = 10.3 \text{ kN/m}^3$	densità dell'acqua
$g = 9.81 \text{ m/s}^2$	accelerazione di gravità
H	altezza d'onda (m)
$C_g = n \cdot C$	celerità di gruppo (m/s)

con:

C	celerità dell'onda (m/s)
---	--------------------------

e:

$$n = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh} \right)$$

fattore che a sua volta dipende dalla profondità (h) e da:

$(k = 2 \cdot \pi / L)$	numero d'onda (variabile da 0,5 a 1)
-------------------------	--------------------------------------

noto che:

$$C = L / T$$

e che:

$$L = g \cdot T^2 \cdot \tanh(kd) / (2 \cdot \pi) \quad \text{relazione di dispersione}$$

Si ottiene quindi:

$$C = g \cdot T \cdot \tanh(kd) / (2 \cdot \pi)$$

$$E = \rho \cdot g \cdot H^2 \cdot n \cdot g \cdot T \cdot \tanh(kd) / (2 \cdot \pi)$$

In definitiva, il flusso di energia è proporzionale al quadrato dell'altezza d'onda e al periodo:

$$E \propto H^2 \cdot T$$

Il flusso di energia lordo risultante si ottiene dalla sommatoria di  $H^2 \cdot T$  per ciascun evento rapportato alla totalità degli eventi, per cui si ha:

$$E_{ris} = (\sum H^2 \cdot T) / N_{eventi}$$

Ciascun evento è associato ad una determinata direzione  $\alpha$ , quindi per il calcolo dell'energia risultante netta è necessario considerare le componenti vettoriali della singola onda:

$$X = \sum H_i^2 \cdot T_i \cdot \cos(\alpha_i)$$

e

$$Y = \sum H_i^2 \cdot T_i \cdot \sin(\alpha_i)$$

dove X e Y sono le proiezione del flusso di energia associato all'evento ondoso sugli assi cartesiani di riferimento ed  $\alpha$  è la direzione media di provenienza dell'evento, da cui si ha che:

$$E_{netta} = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad \text{risultante energetica}$$

e

$$\theta = \arctg(Y/X) \quad \text{direzione dell'energia}$$

Il calcolo dei flussi di energia, in questa sede, viene effettuato mediante il programma di calcolo PEGASO, implementato dalla società Modimar Srl. Gli algoritmi di calcolo utilizzati da tale modello sono perfettamente in linea con la trattazione teorica sopra esposta.

La serie storica onda metrica sulla base della quale sono effettuate le elaborazioni è quella ricostruita all'ondometro virtuale ubicato in prossimità dell'imboccatura portuale (rif. par. §4.2. e Fig. 4.2). Il periodo storico di riferimento è dunque ancora dal 01/07/1989 al 17/07/2007.

In Tab. 6.1 sono riepilogati i valori del flusso totale di energia per classi di altezza d'onda e direzione, calcolati su base annuale.

**Tab. 6.1: Tabella annuale dei flussi di energia per classi di altezza d'onda e direzione.**

**TABELLA FLUSSI DI ENERGIA PER CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA E DIREZIONE-ANNUALE**  
DATI RILEVATI DAL:01/07/89 AL:16/07/07

Hs (m)															TOT.	%
da	0	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	>5.5			
a	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5				
dir. (°N)																
160																
170	70.0	43.2	1.8												114.9	0%
180	109.6	233.1	247.4	61.1	12.5										663.7	1%
190	79.1	393.9	1217.7	975.6	232.3	65.7	37.0								3001.4	4%
200	91.5	497.2	2594.5	3080.3	2508.8	1348.7	559.6	100.6	199.7						10980.9	16%
210	245.2	1128.1	5029.5	8349.7	9111.3	6680.4	3245.5	1288.7	497.5	360.6	168.7				36105.2	53%
220	415.5	1823.0	7182.8	5156.3	1630.4	258.5	22.5								16489.1	24%
230	95.6	75.1	3.4												174.1	0%
240																
<b>TOT.</b>	<b>1106.4</b>	<b>4193.6</b>	<b>16277.0</b>	<b>17623.0</b>	<b>13495.4</b>	<b>8353.4</b>	<b>3864.6</b>	<b>1389.2</b>	<b>697.2</b>	<b>360.6</b>	<b>168.7</b>				<b>67529.2</b>	<b>100%</b>

Numero eventi Hs>0.5 m (per calcolo energia): 12705

Numero eventi Hs>1.0 m (per calcolo energia): 4275

Numero eventi Hs>1.5 m (per calcolo energia): 1454

Dall'analisi della tabella si rileva come dalla direzione 210°N provenga il 53% del flusso totale di energia calcolato nel punto posto in prossimità dell'imboccatura portuale. La somma dei flussi di energia dalle direzioni dal settore 200°N - 220°N è pari al 94% del flusso totale.

Gli stessi rapporti sono rispettati anche nei flussi di energia stagionali presentati in Tab. 6.2 (flussi di energia invernali e primaverili) e in Tab. 6.3 (flussi di energia estivi e autunnali). Un'unica differenza si riscontra nella prevalenza del flusso dalla direzione 220°N nel periodo estivo.

Informazioni ancor più importanti, in quanto direttamente correlate ai processi di dinamica costiera, derivano dall'elaborazione dei flussi di energia potenziale e netta di seguito presentata.

**Tab. 6.2: Tabelle stagionali dei flussi di energia per classi di altezza d'onda e direzione. Invernale (sopra), primaverile (sotto).**

**TABELLA FLUSSI DI ENERGIA PER CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA E DIREZIONE-INVERNO**

DATI RILEVATI DAL:01/07/89 AL:16/07/07

Hs (m)														TOT.	%	
da	0	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	>5.5			
a	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5				
dir. (°N)																
160																
170	27.3	16.4	0.8												44.5	0%
180	39.9	67.2	69.6	12.3	12.5										201.5	1%
190	16.8	77.8	299.7	327.4	89.4	23.6	37.0								871.7	5%
200	16.7	103.7	589.3	761.4	690.6	380.3	97.9	100.6	99.9						2840.4	16%
210	54.2	285.2	1562.8	2687.1	2478.3	1740.4	939.3	320.4	101.3						10169.0	57%
220	63.4	337.0	1488.0	1330.0	528.7	25.5									3772.6	21%
230	29.5	26.4													55.9	0%
240																
<b>TOT.</b>	<b>247.8</b>	<b>913.7</b>	<b>4010.2</b>	<b>5118.2</b>	<b>3799.5</b>	<b>2169.8</b>	<b>1074.2</b>	<b>421.0</b>	<b>201.2</b>						<b>17955.6</b>	<b>100%</b>

Numero eventi Hs>0.5 m (per calcolo energia): 3195

Numero eventi Hs>1.0 m (per calcolo energia): 1201

Numero eventi Hs>1.5 m (per calcolo energia): 400

**TABELLA FLUSSI DI ENERGIA PER CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA E DIREZIONE-PRIMAVERA**

DATI RILEVATI DAL:01/07/89 AL:16/07/07

Hs (m)														TOT.	%	
da	0	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	>5.5			
a	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5				
dir. (°N)																
160																
170	6.0	3.7													9.7	0%
180	14.0	31.7	33.1	3.9											82.7	1%
190	22.8	134.4	268.1	170.3	46.7	24.4									666.7	5%
200	31.0	147.9	569.1	408.6	172.1	44.7									1373.4	11%
210	72.8	330.8	1153.0	1892.7	2059.7	1144.3	374.7	67.9							7095.9	56%
220	130.5	559.0	1717.5	803.6	144.4										3355.0	27%
230	15.7	11.7													27.4	0%
240																
<b>TOT.</b>	<b>292.8</b>	<b>1219.2</b>	<b>3740.8</b>	<b>3279.1</b>	<b>2422.9</b>	<b>1213.4</b>	<b>374.7</b>	<b>67.9</b>	<b>0.0</b>						<b>12610.8</b>	<b>100%</b>

Numero eventi Hs>0.5 m (per calcolo energia): 2765

Numero eventi Hs>1.0 m (per calcolo energia): 763

Numero eventi Hs>1.5 m (per calcolo energia): 236

**Tab. 6.3: Tabelle stagionali dei flussi di energia per classi di altezza d'onda e direzione. Estiva (sopra), autunnale (sotto).**

**TABELLA FLUSSI DI ENERGIA PER CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA E DIREZIONE-ESTATE**

DATI RILEVATI DAL:01/07/89 AL:16/07/07

Hs (m)														TOT.	%	
da	0	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	>5.5			
a	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5				
dir. (°N)																
160																
170	6.9	0.7													7.6	0%
180	16.2	18.2	4.5												38.9	0%
190	19.2	78.9	147.3	103.0											348.4	3%
200	27.7	133.5	497.2	419.7	110.6	38.7									1227.4	12%
210	76.2	271.0	783.5	780.3	924.6	613.5	406.7								3855.8	37%
220	178.9	604.7	2199.3	1455.2	383.8										4821.9	47%
230	21.0	7.7													28.7	0%
240																
<b>TOT.</b>	<b>346.1</b>	<b>1114.7</b>	<b>3631.8</b>	<b>2758.2</b>	<b>1419.0</b>	<b>652.2</b>	<b>406.7</b>								<b>10328.7</b>	<b>100%</b>

Numero eventi Hs>0.5 m (per calcolo energia): 2487

Numero eventi Hs>1.0 m (per calcolo energia): 564

Numero eventi Hs>1.5 m (per calcolo energia): 131

**TABELLA FLUSSI DI ENERGIA PER CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA E DIREZIONE-AUTUNNO**

DATI RILEVATI DAL:01/07/89 AL:16/07/07

Hs (m)														TOT.	%	
da	0	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	>5.5			
a	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5				
dir. (°N)																
160																
170	29.8	22.4	1.0												53.2	0%
180	39.5	116.1	140.2	44.9											340.7	1%
190	20.3	102.7	502.6	374.9	96.3	17.7									1114.5	4%
200	16.1	112.1	938.9	1490.5	1535.5	885.1	461.7		99.9						5539.8	21%
210	42.0	241.1	1530.2	2989.6	3648.6	3182.2	1524.6	900.4	396.3	360.6	168.7				14984.3	56%
220	42.7	322.3	1778.0	1567.5	573.5	233.0	22.5								4539.5	17%
230	29.4	29.4	3.4												62.2	0%
240																
<b>TOT.</b>	<b>219.8</b>	<b>946.1</b>	<b>4894.3</b>	<b>6467.4</b>	<b>5853.9</b>	<b>4318.0</b>	<b>2008.8</b>	<b>900.4</b>	<b>496.2</b>	<b>360.6</b>	<b>168.7</b>				<b>26634.2</b>	<b>100%</b>

Numero eventi Hs>0.5 m (per calcolo energia): 4258

Numero eventi Hs>1.0 m (per calcolo energia): 1747

Numero eventi Hs>1.5 m (per calcolo energia): 687

È bene ricordare che lo scopo del presente lavoro non è la valutazione del trasporto solido netto lungo il litorale. Daltronde ciò richiederebbe non solo l'applicazione di opportuna modellistica matematica (generalmente ad una linea) ma anche la conoscenza di una serie di dati sperimentali quali la classificazione granulometrica di campioni di sedimenti prelevati a diverse profondità e sulla spiaggia, all'interno della cosiddetta "zona attiva" dei processi di dinamica costiera.

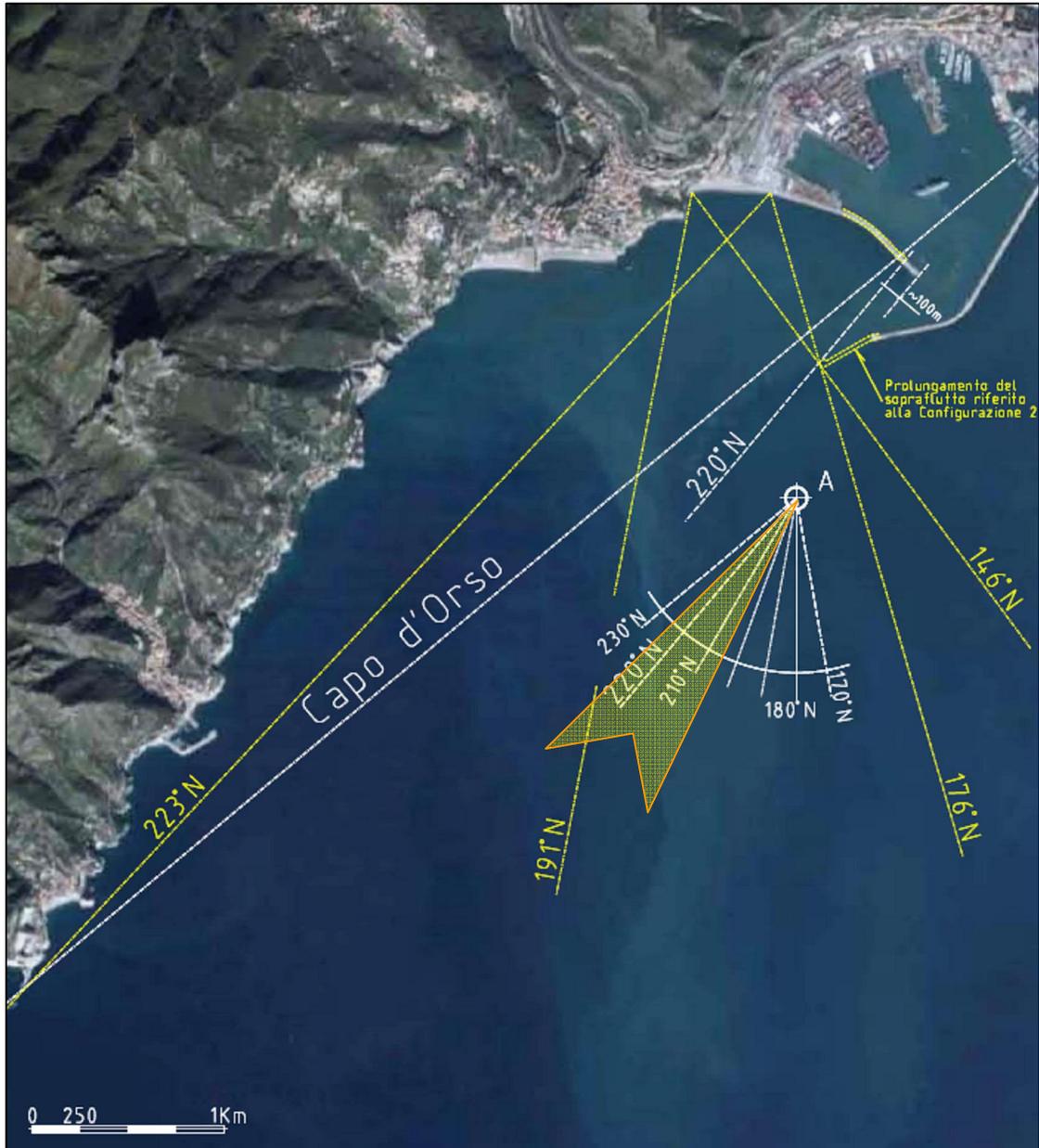
Si consideri che la linea di riva di una spiaggia incassata con caratteristiche di unità fisiografica (quale è la spiaggia della Baia), tende nel tempo a ruotare ciclicamente all'interno della cella, in relazione alla direzione di provenienza ed all'intensità dei flussi energetici stagionali. Cerca quindi di opporsi alla perdita di sedimenti dovuta al trasporto solido litoraneo disponendosi con un orientamento ortogonale alla direzione risultante dei flussi di energia netti stagionali.

Spesso l'analisi accurata dei dati disponibili e l'analisi dei flussi netti di energia sotto costa consentono di avere una conoscenza qualitativa del trasporto solido litoraneo del tutto soddisfacente, se relazionata all'entità dell'intervento. Non è infrequente il dimensionamento di sistemi difesa costiera semplicemente basandosi sull'analisi dei flussi energetici. A meno che non sia esplicitamente richiesto l'uso di modelli di dettaglio in grado di valutare la dinamica della linea di riva che, richiedendo la conoscenza di dati sperimentali ed una attenta fase di calibrazione e taratura, risultano molto più onerosi.

Nel caso in esame della spiaggia della Baia si riconosce la validità di un approccio metodologico basato su attente valutazioni preliminari.

Lo scopo del lavoro richiede infatti di valutare se vi sia impatto tra l'opera di prolungamento del molo di sopraflutto del porto di Salerno e la spiaggia della Baia.

Il clima di moto ondoso in corrispondenza della stazione virtuale A ubicata in prossimità dell'imboccatura mostra (rif. par. §4.2.) che il settore prevalente è quello di Libeccio: la maggiore frequenza di accadimento si ha per le direzioni di 220°N (34% degli eventi, incluse le calme) e di 210°N (23% degli eventi, incluse le calme). La sola analisi di tale particolare distribuzione direzionale del clima onda sarebbe sufficiente a stabilire che, anche nel caso si considerasse l'intervento virtualmente più impattante (ovvero la Configurazione 2), gli effetti sul litorale sarebbero nulli. In Fig. 6.1 viene illustrato tale settore ed il suo rapporto con l'opera di prolungamento del sopraflutto ed il settore di traversia geografico composto tracciato considerando i punti estremi della spiaggia della Baia. In particolare, il settore di traversia composto delimita il settore di provenienza potenziale del moto ondoso, dal punto di vista geometrico ed è tracciato considerando, per i due punti estremi del litorale, le linee tangenti agli elementi strutturali o territoriali di schermatura geometrica. Il settore composto così definito si estende quindi tra le direzioni 146°N e 223°N. Tuttavia il settore di traversia efficace, quello cioè da dove provengono gli effettivi stati di mare è molto più stretto, come è stato già dimostrato nello Studio di adeguamento [Rif. 2] e in questa sede riepilogato a par. §4.2..



**Fig. 6.1 - Settore di traversia geografico composto relativo al paraggio della spiaggia della Baia e indicazione del settore prevalente di Libeccio in corrispondenza della stazione ondometrica virtuale A ubicata in prossimità dell'imboccatura portuale.**

Anche i flussi di energia (sia lordi che netti) calcolati con PEGASO e riepilogati in Tab. 6.4 conducono alle stesse conclusioni già anticipate nell'analisi del clima di moto ondoso nel punto A, ovvero la non interferenza del prolungamento della diga di sovrappiù del porto di Salerno (Configurazione 2) con i processi evolutivi della spiaggia della Baia.

Anzi, tale affermazione è ancora più valida ragionando in termini di flussi energetici netti, i quali mostrano (rif Tab. 6.4) una distribuzione delle risultanti stagionali praticamente unimodale attorno alla direzione 213°N. In Fig. 6.2 è illustrata la direzione media di propagazione della risultante dei flussi energetici stagionali (213°N).

**Tab. 6.4: Distribuzione stagionale del flusso lordo e netto di energia.**

**DISTRIBUZIONE STAGIONALE DEL FLUSSO NETTO DI ENERGIA**

Pw-n = FLUSSO DI ENERGIA NETTO (kW/m)

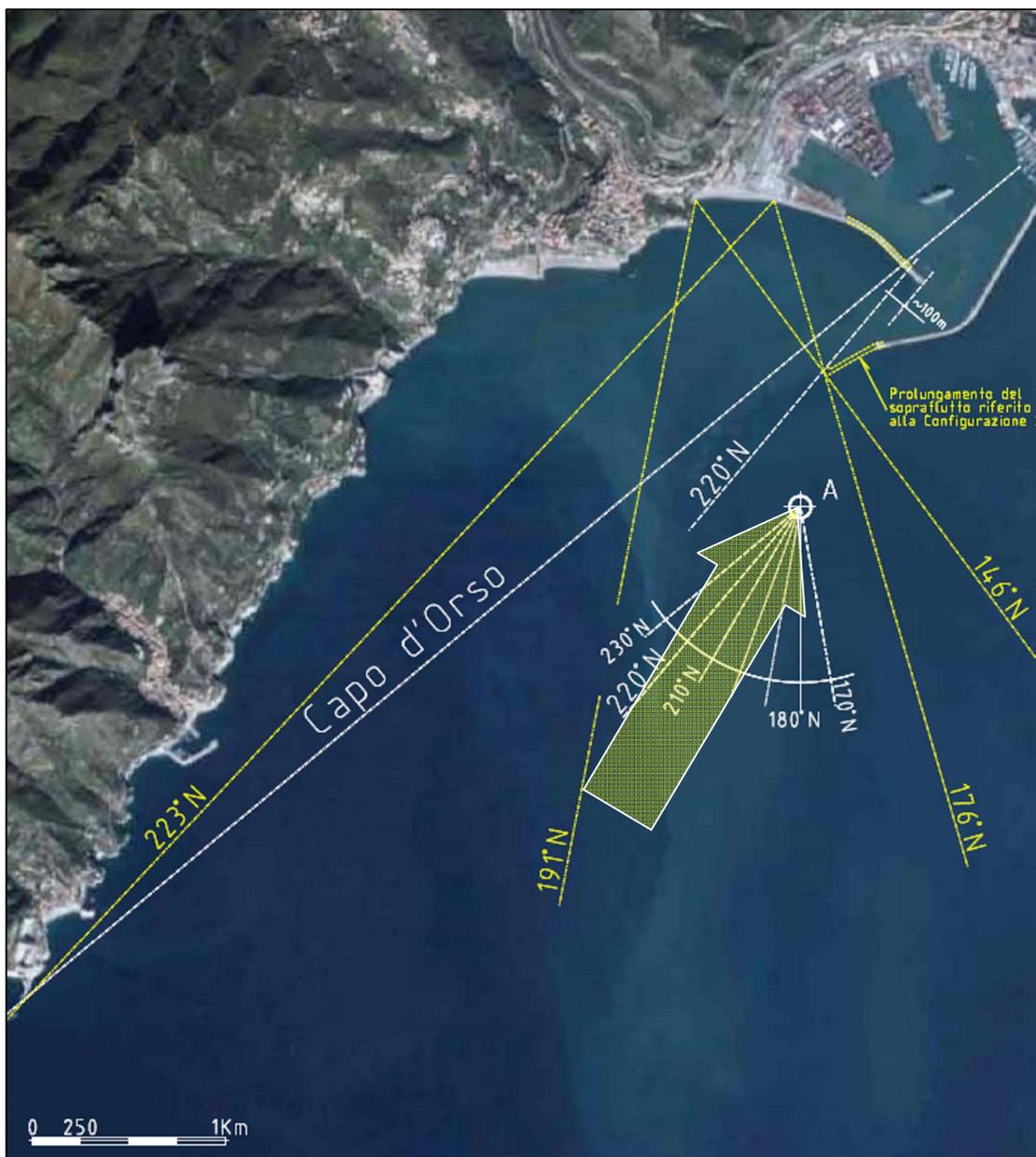
Pw-l = FLUSSO DI ENERGIA LORDO (kW/m)

Dir = DIREZIONE DEL VETTORE FLUSSO RISULTANTE (°Nord)

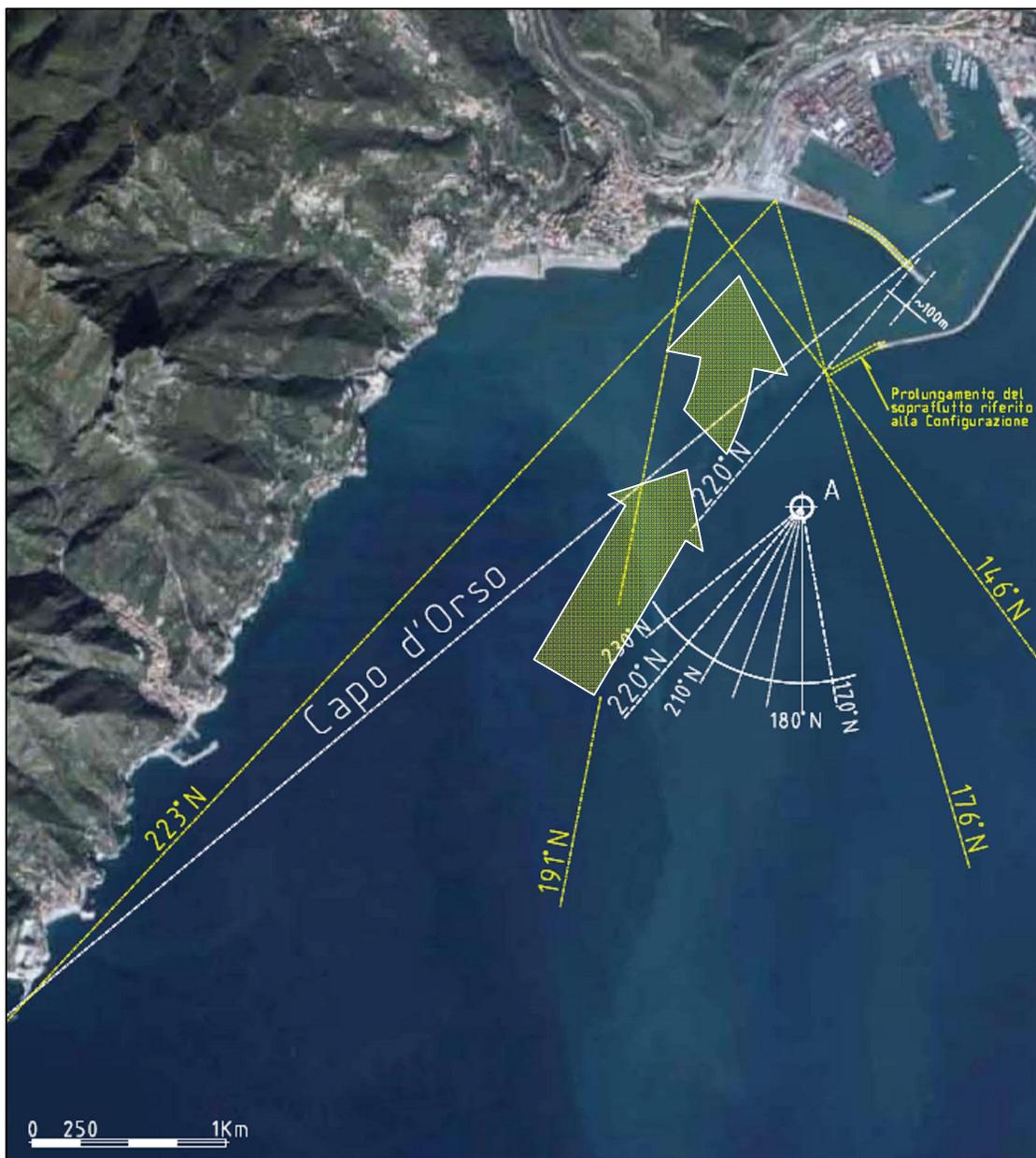
STAGIONE ANNO	ESTATE			AUTUNNO			INVERNO			PRIMAVERA			Medie		
	Pw-l	Pw-n	Dir	Pw-l	Pw-n	Dir	Pw-l	Pw-n	Dir	Pw-l	Pw-n	Dir	Pw-l	Pw-n	Dir
1989÷1990	0.72	0.71	212	1.17	1.15	208	1.97	1.95	210	0.91	0.9	211	1.19	1.18	210
1990÷1991	0.49	0.48	216	2.84	2.82	207	0.91	0.9	206	1.86	1.85	211	1.52	1.51	210
1991÷1992	0.42	0.42	214	2.24	2.22	211	0.98	0.97	209	0.79	0.78	208	1.11	1.1	210
1992÷1993	0.47	0.46	214	2.76	2.74	209	1.04	1.02	207	0.94	0.94	211	1.3	1.29	210
1993÷1994	0.97	0.96	212	3.17	3.14	210	1.35	1.33	208	1.46	1.45	211	1.74	1.72	210
1994÷1995	0.45	0.44	216	0.57	0.56	208	2.96	2.95	212	1.54	1.53	210	1.38	1.37	212
1995÷1996	0.82	0.81	213	2.35	2.32	206	1.87	1.85	208	0.95	0.94	209	1.5	1.48	209
1996÷1997	1.63	1.62	211	4.01	3.97	208	1.59	1.58	209	0.59	0.58	211	1.96	1.94	210
1997÷1998	0.68	0.68	215	1.72	1.7	209	0.69	0.68	211	1.5	1.49	211	1.15	1.14	212
1998÷1999	1.61	1.6	213	2.3	2.28	210	2.96	2.94	209	1.24	1.22	211	2.03	2.01	211
1999÷2000	0.49	0.48	210	3.45	3.43	210	1.27	1.26	213	0.9	0.88	212	1.53	1.51	211
2000÷2001	1.33	1.32	211	3.09	3.06	208	2.63	2.61	209	1.13	1.12	213	2.05	2.03	210
2001÷2002	1.14	1.13	214	1.37	1.35	211	0.47	0.46	206	0.61	0.6	207	0.9	0.89	209
2002÷2003	0.41	0.41	209	1.45	1.43	206	1.72	1.7	206	0.37	0.37	206	0.99	0.98	207
2003÷2004	0.38	0.38	206	1.95	1.93	205	1.93	1.91	209	1.4	1.39	210	1.42	1.4	207
2004÷2005	0.71	0.7	215	1.12	1.11	204	0.53	0.52	211	0.93	0.92	208	0.82	0.81	209
2005÷2006	0.44	0.44	215	0.15	0.15	204	0.21	0.21	214	0.2	0.2	225			
2006÷2007	0.81	0.8	214	0.49	0.48	212	0.33	0.32	286						
2007÷2008	0.06	0.05	213	0.01	0.01	346									
Medie	0.78	0.77	213	2.01	1.99	210	1.38	1.37	215	0.96	0.95	214	1.28	1.27	213

La figura Fig. 6.3 illustra qualitativamente la propagazione sotto costa della risultante dei flussi energetici, da cui si evince l'estraneità delle opere di prolungamento del molo sovrappiù del porto di Salerno dai processi evolutivi della spiaggia della Baia.

La uni-modalità dei flussi stagionali giustifica le quasi nulle oscillazioni stagionali della linea di riva ed il suo carattere molto stabile come descritto nel par. §3..



**Fig. 6.2 - Direzione media di provenienza (213°N) dei flussi energetici stagionali.**



**Fig. 6.3 - Valutazione qualitativa della propagazione dei flussi energetici sotto costa.**

## 7. CONCLUSIONI

Nel presente Studio sono stati valutati gli effetti del prolungamento della diga sopraflutto del porto di Salerno, inquadrato nell'ambito dell'attuale proposta di Adeguamento Tecnico-Funzionale delle opere previste dal Piano Regolatore Portuale, sul litorale adiacente a ponente.

Tali valutazioni, condotte mediante l'analisi dei flussi energetici nel punto A ubicato in prossimità dell'imboccatura portuale, hanno consentito di confermare ciò che già era, almeno in parte, deducibile dal clima di moto ondoso nello stesso punto, ricostruito nell'ambito dello Studio del 2008 [Rif. 1]: l'estraneità delle opere di prolungamento del molo di sopraflutto del porto Salerno dai processi dinamici del litorale oggetto di Studio, la cosiddetta spiaggia della Baia.

La uni-modalità della distribuzione dei flussi energetici stagionali è inoltre coerente con il pressoché stabile orientamento della linea di riva, come descritto nel Capitolo 3..

Le analisi dei flussi energetici sono state effettuate con riferimento alla Configurazione 2, ovvero a quella configurazione di prolungamento della diga di sopraflutto che, con i suoi 300 m di sviluppo presenta - in linea di principio - la maggiore interferenza con la spiaggia della Baia.

La mancanza di effetti significativi indotti da tale Configurazione sulla dinamica del litorale adiacente è, a maggior ragione, estendibile alle altre Configurazioni (la 3 e la 4) che prevedono un sviluppo del prolungamento del molo di sopraflutto ridotto di circa 100 m rispetto alla Configurazione esaminata.

## 8. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- [Rif. 1] Studio per l'individuazione delle condizioni meteomarine al contorno ed analisi probabilistica dellaagitazione ondosa all'interno del porto di Salerno+ (maggio 2008), commissionato dall'Autorità Portuale di Salerno a Technital SpA.
- [Rif. 2] Adeguamento dello Studio meteomario+ (gennaio 2010), commissionato dall'Autorità Portuale di Salerno a Technital SpA.
- [Rif. 3] Manuale del SoftWare PEGASO, che, implementato dalla società Modimar, consente laelaborazione dei dati ondametrici, delle onde di modellazione ed laelaborazione statistica degli eventi estremi.