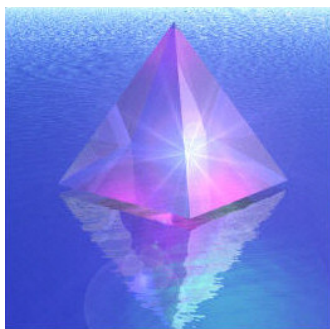


Ambito Territoriale Ottimale n.3  
 Ente d'Ambito Sarnese Vesuviano



**Comune di Torre del Greco**  
**Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento**  
**dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali**  
**- 2° Lotto -**

 AceaGori Servizi Gruppo Acea	7305	PROGETTO DEFINITIVO				
	Elaborato:  TD 08	Titolo:  <b>Relazione meteomarina</b>				
Ingegneria Il Responsabile ing. Domenico Cesare	Scala:					
Collaboratori geom. Domingo Gambardella geom. Raimondo Nugnes	Collaborazioni Tecnico-Specialistiche  <b>PRISMA</b> Progettazione e Realizzazione di Impianti e Servizi di Monitoraggio Ambientale Ragione Soc.: S.R.L. C.F. e P.IVA : 04793881212	Revisione _____ _____ _____	Data _____ _____ _____	Redatto _____ _____ _____	Verificato _____ _____ _____	Approvato _____ _____ _____
DATA _____ _____	DIRETTORE TECNICO ing. Antonio De Cicco		IL R.U.P.			



## PRISMA

Progettazione e Realizzazione di Impianti  
e Servizi di Monitoraggio Ambientale

Ragione Soc.:S.R.L.  
C.F. e P.IVA : 04793881212

### Sede Legale ed Operativa

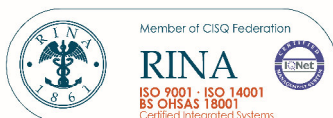
Via M.B. Gargiulo n°13  
80065 – Sant’Agnello (Na)

Tel./Fax : +39 081 8072476

Cell. : +39 3491887120

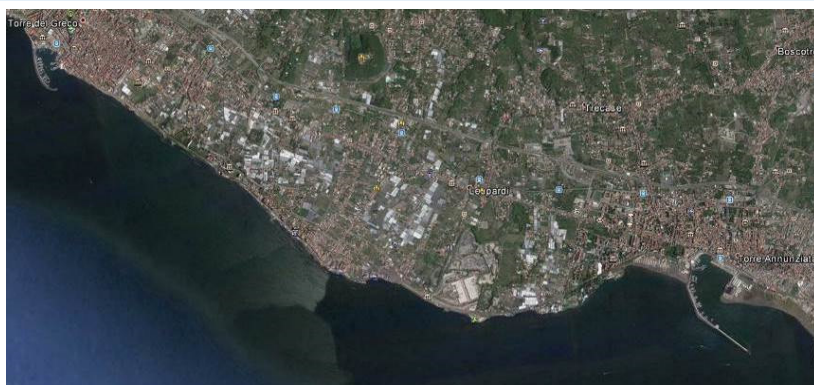
e-mail: [info@prismambiente.it](mailto:info@prismambiente.it)

Web: [www.prismambiente.it](http://www.prismambiente.it)



OG7 CLASS. II - OS20-A OS20-B CLASS. I  
PROGETT. E COSTR. CLASS. III BIS

## COMMITTENTE



## STUDIO METEO - MARINO

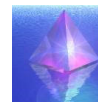
Servizio di rilievo topografico e batimetrico propedeutico alla redazione del progetto condotte sottomarine tra i depuratori di Torre del Greco e Torre Annunziata.

documento	revisione	emesso il	Tot. pagine:
<b>CSE-15_13</b>	00	14.09.2015	66
	SETTORE	NOME	FIRMA
preparato da:	<b>TEC</b>	<b>Dott.ssa Francesca Russo</b>	
verificato da:	<b>DIT</b>	<b>Ing. Aniello de Martino</b>	
approvato da:	<b>DIR</b>	<b>Ing. Giuseppe De Angelis</b>	



## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL PARAGGIO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. FONTI DI DATI METEOMARINI.....</b>	<b>4</b>
<b>4. CARATTERIZZAZIONE DEL MOTO ONDOSI MEDIO PER LA BOA DI PONZA.....</b>	<b>5</b>
<b>5. DETERMINAZIONE DEI FETCH GEOGRAFICI ED EFFICACI .....</b>	<b>19</b>
<b>6. TRASPOSIZIONE GEOGRAFICA - RICOSTRUZIONE CLIMA MOTO ONDOSI LOCALE .....</b>	<b>21</b>
<b>7. CARATTERIZZAZIONE DEL MOTO ONDOSI MEDIO (PUNTO_LARGO).....</b>	<b>25</b>
<b>8. PROPAGAZIONE DEL MOTO ONDOSI SOTTOCOSTA .....</b>	<b>36</b>
<b>9. CARATTERIZZAZIONE DEL MOTO ONDOSI MEDIO (PUNTO_SOTTOCOSTA P1) .....</b>	<b>40</b>
<b>10. ANALISI STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI DI MOTO ONDOSI .....</b>	<b>53</b>
<b>11. PROFONDITÀ DI CHIUSURA DI SPIAGGIA .....</b>	<b>57</b>



## INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1. Area Intervento Torre del Greco (Golfo di Napoli)</b> .....	1
<b>Figura 2. Traversia geografica PUNTO_LARGO – PUNTO_SOTTOCOSTA</b> .....	3
<b>Figura 3. Rete Ondametrica Nazionale (RON) - Boa di PONZA</b> .....	4
<b>Figura 4. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Complessiva)</b> .....	5
<b>Figura 5. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Invernale)</b> .....	8
<b>Figura 6. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Primaveraile)</b> .....	11
<b>Figura 7. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Estiva)</b> .....	13
<b>Figura 8. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Autunnale)</b> .....	16
<b>Figura 9. Fetch Geografico (sinistra) - Efficace (destra) Boa PONZA</b> .....	20
<b>Figura 10. Fetch Geografico (sinistra) - Efficace (destra) PUNTO_LARGO</b> .....	21
<b>Figura 11. Coefficienti trasposizione e correlazione direzione Onde-Vento (Boa PONZA - PUNTO_LARGO)</b> .....	24
<b>Figura 12. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO_LARGO - Analisi Complessiva)</b> .....	25
<b>Figura 13. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO_LARGO - Analisi Invernale)</b> .....	27
<b>Figura 14. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO_LARGO - Analisi Primaveraile)</b> .....	29
<b>Figura 15. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO_LARGO - Analisi Estiva)</b> .....	31
<b>Figura 16. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO_LARGO - Analisi Autunnale)</b> .....	33
<b>Figura 17. Carta Batimetrica Golfo di Napoli</b> .....	37
<b>Figura 18. Diagrammi propagazione moto ondoso largo-costa (PUNTO_SOTTOCOSTA P1)</b> .....	39
<b>Figura 19. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO_SOTTOCOSTA P1- Analisi Complessiva)</b> .....	40



**Figura 20. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Invernale) .....42**

**Figura 21. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Primaveraile) .....45**

**Figura 22. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Estiva) .....47**

**Figura 23. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Autunnale).....50**

**Figura 24. PUNTO\_LARGO: valori altezza d’onda significativa in funzione del tempo di ritorno (Weibull k=1.0).....55**

**Figura 25. PUNTO\_SOTTOCOSTA P1: valori altezza d’onda significativa in funzione del tempo di ritorno (Weibull k=1.0) .....55**

**Figura 26. Curve di regressione Hs - Tm e Hs - Tp per il PUNTO\_LARGO .....56**

**Figura 27. Curve di regressione Hs - Tm e Hs - Tp per il PUNTO\_SOTTOCOSTA P1.....57**

**Figura 28. Curva di apparizione delle onde (paraggio di interesse) .....58**

**Figura 29. Particolare della curva di apparizione delle onde (paraggio di interesse).....59**



**INDICE DELLE TABELLE**

**Tabella 1. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Complessiva).....6**

**Tabella 2. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Complessiva).....6**

**Tabella 3. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Complessiva).....6**

**Tabella 4. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Invernale)..9**

**Tabella 5. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Invernale).....9**

**Tabella 6. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Invernale).....9**

**Tabella 7. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Primaveraile) .....11**

**Tabella 8. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Primaveraile) .....12**

**Tabella 9. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Primaveraile) .....12**

**Tabella 10. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Estiva) ...14**

**Tabella 11. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Estiva) .....14**

**Tabella 12. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Estiva) .....14**

**Tabella 13. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Autunnale) .....16**

**Tabella 14. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Autunnale).....17**

**Tabella 15. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Autunnale).....17**

**Tabella 16. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Complessiva).....26**

**Tabella 17. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Complessiva).....26**



**Tabella 18. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Complessiva).....26**

**Tabella 19. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Invernale).....28**

**Tabella 20. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Invernale).....28**

**Tabella 21. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Invernale).....28**

**Tabella 22. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Primaveraile) .....30**

**Tabella 23. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Primaveraile) .....30**

**Tabella 24. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Primaveraile) .....30**

**Tabella 25. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Estiva) .....32**

**Tabella 26. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Estiva) .....32**

**Tabella 27. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Estiva) .....32**

**Tabella 28. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Autunnale).....34**

**Tabella 29. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Autunnale).....34**

**Tabella 30. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Autunnale).....34**

**Tabella 31. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Complessiva).....41**

**Tabella 32. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Complessiva).....41**

**Tabella 33. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Complessiva).....41**

**Tabella 34. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Invernale).....43**



**Tabella 35. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Invernale).....43**

**Tabella 36. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Invernale).....43**

**Tabella 37. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Primaveraile) .....45**

**Tabella 38. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Primaveraile) .....45**

**Tabella 39. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Primaveraile) .....46**

**Tabella 40. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Estiva) .....48**

**Tabella 41. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Estiva) .....48**

**Tabella 42. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Estiva) .....48**

**Tabella 43. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Autunnale).....51**

**Tabella 44. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Autunnale).....51**

**Tabella 45. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Autunnale).....51**

**Tabella 46. Coefficienti di correlazione per la distribuzione di probabilità adottata (PUNTO\_LARGO – PUNTO\_SOTTOCOSTA P1) .....54**

**Tabella 47. Caratteristiche del moto ondoso estremo PUNTO\_LARGO – PUNTO\_SOTTOCOSTA P1 .....57**

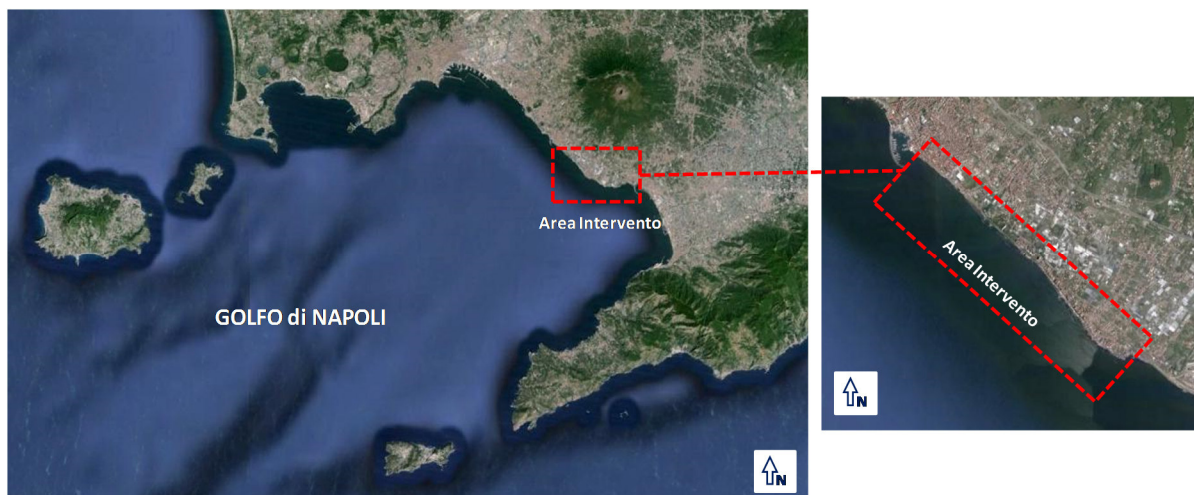
**Tabella 48. Profondità di chiusura .....59**





## 1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione Idraulico-Marittima, con riferimento all'intervento **propedeutico alla redazione del progetto condotte sottomarine tra i depuratori di Torre del Greco e Torre Annunziata** (Figura 1), si riportano le metodologie, i calcoli ed i risultati sviluppati per caratterizzare il clima meteo-marino (medio ed estremo) del paraggio oggetto di intervento.



**Figura 1. Area Intervento Torre del Greco (Golfo di Napoli)**

Per la caratterizzazione del clima meteo-marino si è fatto riferimento alle registrazioni dei dati di moto ondoso eseguite dalla boa ondometrica direzionale, ubicata al largo di Ponza, appartenente alla Rete Ondometrica Nazionale gestita dall'ISPRA (Figura 2).

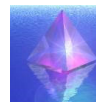
Valutata l'esposizione del paraggio, mediante il tracciamento dei Fetch geografici ed efficaci, i dati meteo-marini della boa ondometrica, opportunamente filtrati da eventuali registrazioni errate, sono stati trasferiti al largo dell'area di interesse (Figura 2), attraverso il metodo della trasposizione geografica, per la determinazione dei valori di altezza e periodo nell'area oggetto di studio, e attraverso un approccio empirico per la determinazione della deviazione angolare che subiscono le onde nel trasferimento da un paraggio ad un altro.

Tali condizioni ondometriche, valutate in corrispondenza del punto di analisi di largo (Figura 2), discretizzate in funzione delle classi di altezza d'onda, direzione e periodo di picco, hanno permesso di caratterizzare il clima medio annuo del paraggio, sia in termini di componenti globali che di periodi stagionali (Invernale, Primaveraile, Estivo ed Autunnale).

Successivamente, per definire il clima d'onda sottocosta e più in precisamente in prossimità della profondità di posa della condotta è stato applicato una metodologia di propagazione largo-costa basata sul modello numerico SWAN. Tali condizioni ondometriche, così determinate, discretizzate in funzione delle classi di altezza d'onda, direzione e periodo di picco, hanno permesso di caratterizzare,

in corrispondenza del punto di analisi sottocosta (Figura 2), il clima medio annuo del paraggio, sia in termini di componenti globali che di periodi stagionali (Invernale, Primaveraile, Estivo ed Autunnale).

Infine, visti gli obiettivi della presente analisi, è stato realizzato anche uno studio delle caratteristiche estreme del paraggio, sia in corrispondenza di largo (PUNTO\_LARGO) che sottocosta (PUNTO\_SOTTOCOSTA).



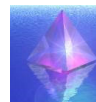
## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL PARAGGIO

Una prima caratterizzazione delle potenziali condizioni di esposizione al moto ondoso del paraggio in esame è stata condotta in funzione della “traversia geografica”, che rappresenta la massima estensione della superficie marina da cui possono arrivare gli stati di mare.

Nel caso in esame, vista la posizione geografica dell’area oggetto di intervento (Figura 1), per una migliore valutazione delle condizioni ondometriche, si è stabilito di ricostruire il moto ondoso in corrispondenza di un punto di indagine (PUNTO\_LARGO, Figura 2), posizionato sulla batimetrica -500m, per il quale si osserva una traversia geografica complessiva di ampiezza 140°-300°N.



Figura 2. Traversia geografica PUNTO\_LARGO – PUNTO\_SOTTOCOSTA

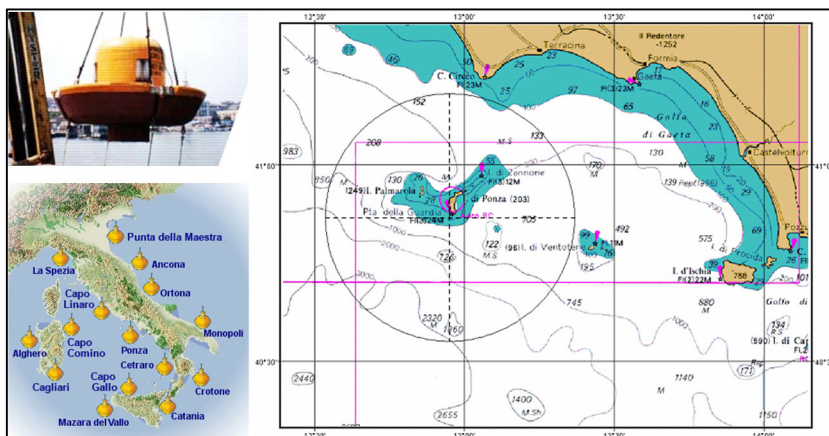


### 3. FONTI DI DATI METEOMARINI

Per la caratterizzazione ondometrica di un paraggio, rilevante importanza riveste la scelta della metodologia da utilizzare nella ricostruzione del moto ondoso di largo.

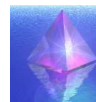
Attualmente sono disponibili due procedure, una di tipo diretto, basata sulla misura mediante boe ondometriche posizionate su profondità infinita, l'altra di tipo indiretto, conosciuta con il nome di metodo SMB, che consente di calcolare i valori di altezza e periodo delle onde a partire dai valori di velocità e direzione del vento e dalla lunghezza di mare su cui l'evento eolico può liberamente spirare.

In relazione alle finalità della presente analisi, si è preferito realizzare la caratterizzazione del moto ondoso al largo dell'area mediante le misurazioni effettuate dall'ondametro di PONZA (Rete Ondometrica Nazionale - R.O.N.) del Sistema Idrografico e Mareografico Nazionale (gestito dall'ISPRA), poiché la serie storica di dati, in termini di registrazioni, ha una durata temporale idonea a definire in maniera esaustiva i fenomeni meteo-marini che influenzano il paraggio oggetto di studio (Figura 3).



**Figura 3. Rete Ondometrica Nazionale (RON) - Boa di PONZA**

La boa, ancorata su fondali profondi, è del tipo Datawell e le registrazioni a disposizione coprono, allo stato attuale, il periodo 1989 - 2011 ([www.idromare.it](http://www.idromare.it)).

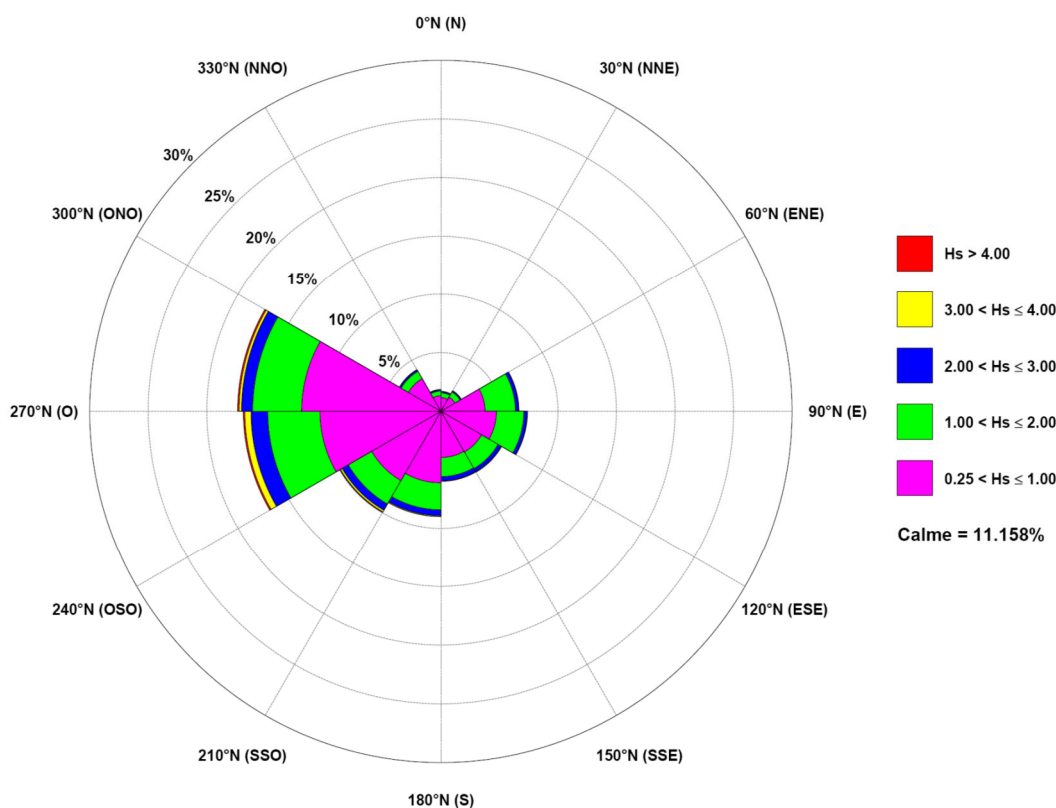


#### 4. CARATTERIZZAZIONE DEL MOTO ONDOSO MEDIO PER LA BOA DI PONZA

Allo scopo di individuare le caratteristiche del clima ondoso medio annuo registrato dalla boa di PONZA, i dati misurati dalla strumentazione ondometrica sono stati suddivisi per classi di altezza d'onda significativa, direzione di provenienza, periodo di picco e medio, in modo tale da poter calcolare la frequenza di accadimento media annua sia complessiva che stagionale (Invernale, Primaveraile, Estiva, Autunnale).

I risultati di tale elaborazione sono stati sintetizzati nei grafici e tabelle di seguito riportate.

##### PONZA - ANALISI COMPLESSIVA



**Figura 4. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Complessiva)**



Hs(m) Dir(°N)	calme	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
	<= 0.25	-	-	-	-	-	-	-			
		1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00			
0 - 30	0.263%	1.160%	0.406%	0.095%	0.025%	0.004%	0.000%	-	-	1.690%	1.953%
30 - 60	0.222%	1.383%	0.516%	0.095%	0.013%	0.002%	0.000%	-	-	2.009%	2.231%
60 - 90	0.351%	3.771%	2.599%	0.270%	0.020%	0.000%	0.000%	-	-	6.660%	7.012%
90 - 120	0.402%	4.749%	2.345%	0.268%	0.031%	0.004%	0.000%	-	-	7.396%	7.798%
120 - 150	0.613%	4.018%	1.628%	0.302%	0.046%	0.003%	0.000%	-	-	5.996%	6.609%
150 - 180	0.700%	3.944%	1.632%	0.358%	0.037%	0.003%	0.000%	-	-	5.974%	6.674%
180 - 210	1.154%	6.106%	2.301%	0.498%	0.075%	0.004%	0.000%	-	-	8.984%	10.137%
210 - 240	1.868%	6.827%	2.310%	0.604%	0.164%	0.044%	0.013%	-	0.001%	9.962%	11.830%
240 - 270	2.117%	10.330%	4.460%	1.424%	0.530%	0.108%	0.016%	0.004%	-	16.872%	18.989%
270 - 300	2.314%	11.893%	4.184%	0.947%	0.211%	0.076%	0.044%	0.003%	-	17.357%	19.671%
300 - 330	0.830%	3.204%	0.720%	0.134%	0.026%	0.004%	0.001%	0.001%	-	4.090%	4.920%
330 - 360	0.325%	1.323%	0.397%	0.092%	0.030%	0.010%	0.000%	-	-	1.852%	2.177%
<b>Totale</b>	<b>11.158%</b>	<b>58.707%</b>	<b>23.495%</b>	<b>5.088%</b>	<b>1.209%</b>	<b>0.261%</b>	<b>0.073%</b>	<b>0.008%</b>	<b>0.001%</b>	<b>88.84%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 1. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Complessiva)**

Hs(m) Tp (s)	calme	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
	<= 0.25	-	-	-	-	-	-	-			
		1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00			
<= 4	5.513%	17.188%	0.083%	-	-	-	-	-	-	17.271%	22.784%
4 - 6	4.259%	32.947%	9.120%	0.131%	-	-	-	-	-	42.198%	46.457%
6 - 8	1.337%	8.052%	13.440%	3.323%	0.241%	0.003%	-	-	-	25.060%	26.396%
8 - 10	0.049%	0.510%	0.833%	1.631%	0.951%	0.226%	0.029%	0.003%	-	4.181%	4.230%
10 - 12	-	0.011%	0.018%	0.002%	0.018%	0.030%	0.035%	0.002%	-	0.116%	0.116%
12 - 14	-	-	0.001%	0.001%	-	0.002%	0.009%	0.003%	0.001%	0.017%	0.017%
> 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>11.158%</b>	<b>58.707%</b>	<b>23.495%</b>	<b>5.088%</b>	<b>1.209%</b>	<b>0.261%</b>	<b>0.073%</b>	<b>0.008%</b>	<b>0.001%</b>	<b>88.84%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 2. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Complessiva)**

Hs(m) Tm (s)	calme	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
	<= 0.25	-	-	-	-	-	-	-			
		1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00			
<= 4	8.487%	34.340%	2.439%	-	-	-	-	-	-	36.779%	45.266%
4 - 6	2.654%	23.794%	18.216%	2.550%	0.105%	-	-	-	-	44.665%	47.319%
6 - 8	0.015%	0.562%	2.833%	2.518%	0.991%	0.113%	0.005%	-	-	7.022%	7.037%
8 - 10	0.002%	0.010%	0.007%	0.020%	0.113%	0.146%	0.064%	0.007%	0.001%	0.368%	0.370%
10 - 12	-	-	-	-	-	0.002%	0.004%	0.001%	-	0.007%	0.007%
12 - 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
> 14	-	0.001%	-	-	-	-	-	-	-	0.001%	0.001%
<b>Totale</b>	<b>11.158%</b>	<b>58.707%</b>	<b>23.495%</b>	<b>5.088%</b>	<b>1.209%</b>	<b>0.261%</b>	<b>0.073%</b>	<b>0.008%</b>	<b>0.001%</b>	<b>88.84%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 3. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Complessiva)**

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **complessiva**, si evince quanto segue:



- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da OSO-ONO e S-OSO con picco massimo nel range 270°-300°N per il primo settore e 210°-240°N per il secondo settore (Figura 44);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 17.357% (2.341% calme) per il range direzionale 270°-300°N e del 9.962% (1.868% calme) per il range direzionale 210°-240°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari all'11.158%

Hs(m) \ Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 2.00	2.00 - 3.00	3.00 - 4.00	4.00 - 5.00	5.00 - 6.00	6.00 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 30	0.263%	1.160%	0.406%	0.095%	0.025%	0.004%	0.000%	-	-	1.690%	1.953%
30 - 60	0.222%	1.383%	0.516%	0.095%	0.013%	0.002%	0.000%	-	-	2.009%	2.231%
60 - 90	0.351%	3.771%	2.599%	0.270%	0.020%	0.000%	0.000%	-	-	6.660%	7.012%
90 - 120	0.402%	4.749%	2.345%	0.268%	0.031%	0.004%	0.000%	-	-	7.396%	7.798%
120 - 150	0.613%	4.018%	1.628%	0.302%	0.046%	0.003%	0.000%	-	-	5.996%	6.609%
150 - 180	0.700%	3.944%	1.632%	0.358%	0.037%	0.003%	0.000%	-	-	5.974%	6.674%
180 - 210	1.154%	6.106%	2.301%	0.498%	0.075%	0.004%	0.000%	-	-	8.984%	10.137%
210 - 240	1.868%	6.827%	2.310%	0.604%	0.164%	0.044%	0.013%	-	0.001%	9.962%	11.830%
240 - 270	2.117%	10.330%	4.460%	1.424%	0.530%	0.108%	0.016%	0.004%	-	16.872%	18.989%
270 - 300	2.314%	11.893%	4.184%	0.947%	0.211%	0.076%	0.044%	0.003%	-	17.357%	19.671%
300 - 330	0.830%	3.204%	0.720%	0.134%	0.026%	0.004%	0.001%	0.001%	-	4.090%	4.920%
330 - 360	0.325%	1.323%	0.397%	0.092%	0.030%	0.010%	0.000%	-	-	1.852%	2.177%
<b>Totale</b>	<b>11.158%</b>	<b>58.707%</b>	<b>23.495%</b>	<b>5.088%</b>	<b>1.209%</b>	<b>0.261%</b>	<b>0.073%</b>	<b>0.008%</b>	<b>0.001%</b>	<b>88.84%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 1);

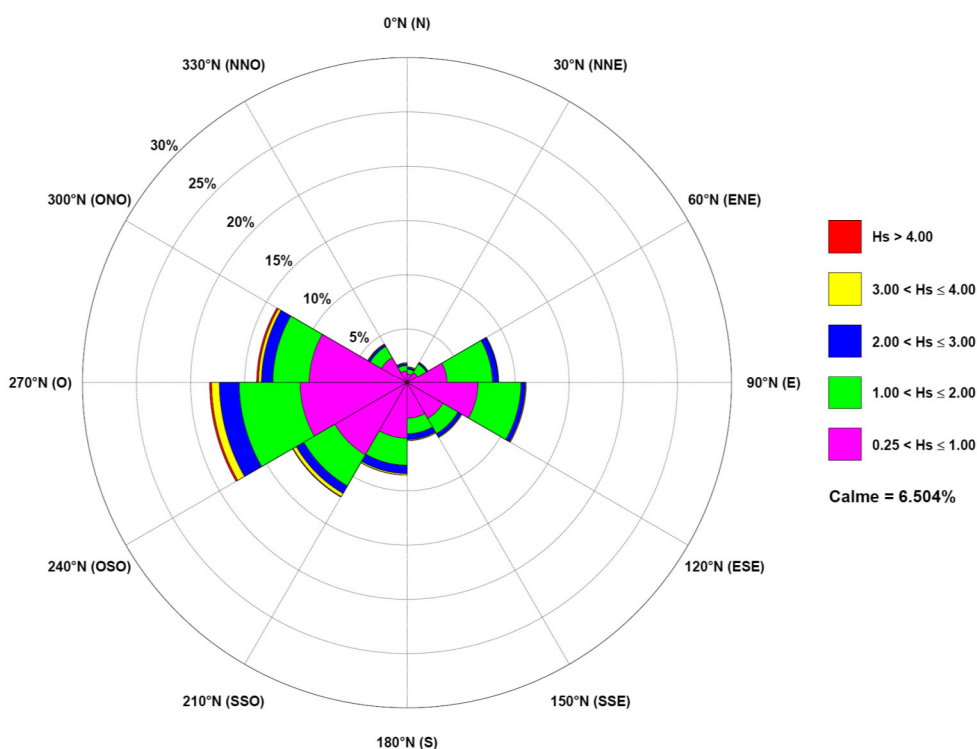
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 58.707%, mentre per le classi 1.00-2.00m e 2.00-3.00m si ha rispettivamente una percentuale di accadimento del 23.495% e del 5.088% delle registrazioni complessive. Risulta, inoltre, che lo 0.001% delle osservazioni totali corrisponde ad un'altezza massima  $H_s > 7.00m$

Hs(m) \ Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 2.00	2.00 - 3.00	3.00 - 4.00	4.00 - 5.00	5.00 - 6.00	6.00 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 30	0.263%	1.160%	0.406%	0.095%	0.025%	0.004%	0.000%	-	-	1.690%	1.953%
30 - 60	0.222%	1.383%	0.516%	0.095%	0.013%	0.002%	0.000%	-	-	2.009%	2.231%
60 - 90	0.351%	3.771%	2.599%	0.270%	0.020%	0.000%	0.000%	-	-	6.660%	7.012%
90 - 120	0.402%	4.749%	2.345%	0.268%	0.031%	0.004%	0.000%	-	-	7.396%	7.798%
120 - 150	0.613%	4.018%	1.628%	0.302%	0.046%	0.003%	0.000%	-	-	5.996%	6.609%
150 - 180	0.700%	3.944%	1.632%	0.358%	0.037%	0.003%	0.000%	-	-	5.974%	6.674%
180 - 210	1.154%	6.106%	2.301%	0.498%	0.075%	0.004%	0.000%	-	-	8.984%	10.137%
210 - 240	1.868%	6.827%	2.310%	0.604%	0.164%	0.044%	0.013%	-	0.001%	9.962%	11.830%
240 - 270	2.117%	10.330%	4.460%	1.424%	0.530%	0.108%	0.016%	0.004%	-	16.872%	18.989%
270 - 300	2.314%	11.893%	4.184%	0.947%	0.211%	0.076%	0.044%	0.003%	-	17.357%	19.671%
300 - 330	0.830%	3.204%	0.720%	0.134%	0.026%	0.004%	0.001%	0.001%	-	4.090%	4.920%
330 - 360	0.325%	1.323%	0.397%	0.092%	0.030%	0.010%	0.000%	-	-	1.852%	2.177%
<b>Totale</b>	<b>11.158%</b>	<b>58.707%</b>	<b>23.495%</b>	<b>5.088%</b>	<b>1.209%</b>	<b>0.261%</b>	<b>0.073%</b>	<b>0.008%</b>	<b>0.001%</b>	<b>88.84%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 1);

- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (42.198% - calme 4.259%), con valori massimi nel range 12-14s (0.0017%). Le onde con periodo di picco minore di 4s costituiscono il 17.271% (calme 5.513%) osservazioni totali, mentre non sono presenti onde con periodo maggiore di 14s. Alle caratteristiche ondometriche massime ( $H_s > 7.00m$ ) è associato un periodo di picco compreso nell'intervallo 12-14s (0.001%) (Tabella 2);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (44.665% - calme 2.654%), con valori massimi nel range 10-12s (0.007%). Le onde con periodo medio minore di 4s costituiscono il 36.779% (calme 8.487%), mentre quelle con periodo maggiore di 14s lo 0.001% delle osservazioni totali. Alle caratteristiche ondometriche massime ( $H_s > 7.00m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 8-10s (0.001%) (Tabella 3).

PONZA - ANALISI INVERNALE



**Figura 5. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Invernale)**





Hs(m) Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 1.00	1.00 2.00	2.00 3.00	3.00 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 30	0.094%	0.864%	0.437%	0.136%	0.075%	0.019%	-	-	-	1.531%	1.625%
30 - 60	0.103%	1.141%	0.925%	0.122%	0.052%	0.005%	-	-	-	2.245%	2.348%
60 - 90	0.211%	3.710%	4.193%	0.531%	0.042%	-	-	-	-	8.476%	8.687%
90 - 120	0.235%	6.565%	3.977%	0.394%	0.075%	0.009%	-	-	-	11.021%	11.256%
120 - 150	0.347%	3.832%	1.615%	0.343%	0.070%	0.005%	-	-	-	5.865%	6.213%
150 - 180	0.333%	3.306%	1.432%	0.531%	0.089%	0.014%	-	-	-	5.372%	5.706%
180 - 210	0.615%	5.142%	2.489%	0.765%	0.131%	0.019%	-	-	-	8.547%	9.162%
210 - 240	1.282%	7.697%	3.325%	0.794%	0.333%	0.033%	0.033%	-	-	12.214%	13.496%
240 - 270	1.451%	9.880%	5.630%	1.827%	0.718%	0.174%	0.009%	-	-	18.239%	19.690%
270 - 300	1.376%	9.035%	3.367%	1.047%	0.272%	0.103%	0.066%	-	-	13.891%	15.266%
300 - 330	0.347%	2.733%	1.193%	0.183%	0.066%	0.014%	0.005%	-	-	4.193%	4.541%
330 - 360	0.108%	1.141%	0.502%	0.160%	0.066%	0.033%	-	-	-	1.902%	2.010%
<b>Totale</b>	<b>6.504%</b>	<b>55.046%</b>	<b>29.087%</b>	<b>6.833%</b>	<b>1.991%</b>	<b>0.427%</b>	<b>0.113%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>93.50%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 4. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Invernale)

Hs(m) Tp (s)	calme <= 0.25	0.25 1.00	1.00 2.00	2.00 3.00	3.00 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 4	3.221%	13.642%	0.099%	-	-	-	-	-	-	13.740%	16.962%
4 - 6	2.569%	31.097%	12.510%	0.235%	-	-	-	-	-	43.841%	46.410%
6 - 8	0.676%	9.378%	15.013%	4.240%	0.362%	0.009%	-	-	-	29.002%	29.678%
8 - 10	0.038%	0.902%	1.395%	2.343%	1.592%	0.329%	0.019%	-	-	6.579%	6.617%
10 - 12	-	0.028%	0.066%	0.009%	0.038%	0.080%	0.061%	-	-	0.282%	0.282%
12 - 14	-	-	0.005%	0.005%	-	0.009%	0.033%	-	-	0.052%	0.052%
> 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>6.504%</b>	<b>55.046%</b>	<b>29.087%</b>	<b>6.833%</b>	<b>1.991%</b>	<b>0.427%</b>	<b>0.113%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>93.50%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 5. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Invernale)

Hs(m) Tm (s)	calme <= 0.25	0.25 1.00	1.00 2.00	2.00 3.00	3.00 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 4	4.799%	29.678%	3.005%	-	-	-	-	-	-	32.684%	37.483%
4 - 6	1.686%	24.560%	22.015%	3.705%	0.169%	-	-	-	-	50.448%	52.134%
6 - 8	0.009%	0.808%	4.053%	3.071%	1.700%	0.296%	0.005%	-	-	9.932%	9.941%
8 - 10	0.009%	-	0.014%	0.056%	0.122%	0.122%	0.094%	-	-	0.409%	0.418%
10 - 12	-	-	-	-	-	0.009%	0.014%	-	-	0.023%	0.023%
12 - 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
> 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>6.504%</b>	<b>55.046%</b>	<b>29.087%</b>	<b>6.833%</b>	<b>1.991%</b>	<b>0.427%</b>	<b>0.113%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>93.50%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 6. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Invernale)

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi *invernale*, si evince quanto segue:



- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da OSO-ONO e SSO-OSO con picco massimo nel range 240°-300°N per il primo settore e 210°-240°N per il secondo settore (Figura 55);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 18.239% (1.451% calme) per il range direzionale 240°-270°N e del 12.214% (1.282% calme) per il range direzionale 210°-240°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 6.504% (Tabella 4);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 55.046%, mentre per le classi 1.00-2.00m e 2.00-3.00m si ha rispettivamente una percentuale di accadimento del 29.087% e del 6.833% delle registrazioni invernali. Risulta, inoltre, che lo 0.113% delle osservazioni invernali corrisponde ad un'altezza massima  $5.00 < H_s < 6.00m$  (Tabella 4);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (43.841% - calme 2.569%), con valori massimi nel range 12-14s (0.052%). Le onde con periodo di picco minore di 4s costituiscono il 13.740% (calme 3.221%) delle osservazioni invernali, mentre non sono presenti onde con periodo maggiore di 14s. Alle caratteristiche ondometriche massime ( $5.00 < H_s < 6.00m$ ) è associato un periodo di picco compreso nell'intervallo 8-10s (0.019), 10-12s (0.061%) e 12-14s (0.033%) (Tabella 5);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (50.448% - calme 1.686%), con valori massimi nel range 10-12s (0.023%). Le onde con periodo medio minore di 4s costituiscono il 32.684% (calme 4.799%) delle osservazioni invernali, mentre non sono presenti onde con periodo maggiore di 14s. Alle caratteristiche ondometriche massime ( $5.00 < H_s < 6.00m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 6-8s (0.005%), 8-10s (0.094%) e 10-12s (0.014%) (Tabella 6).

### PONZA - ANALISI PRIMAVERILE

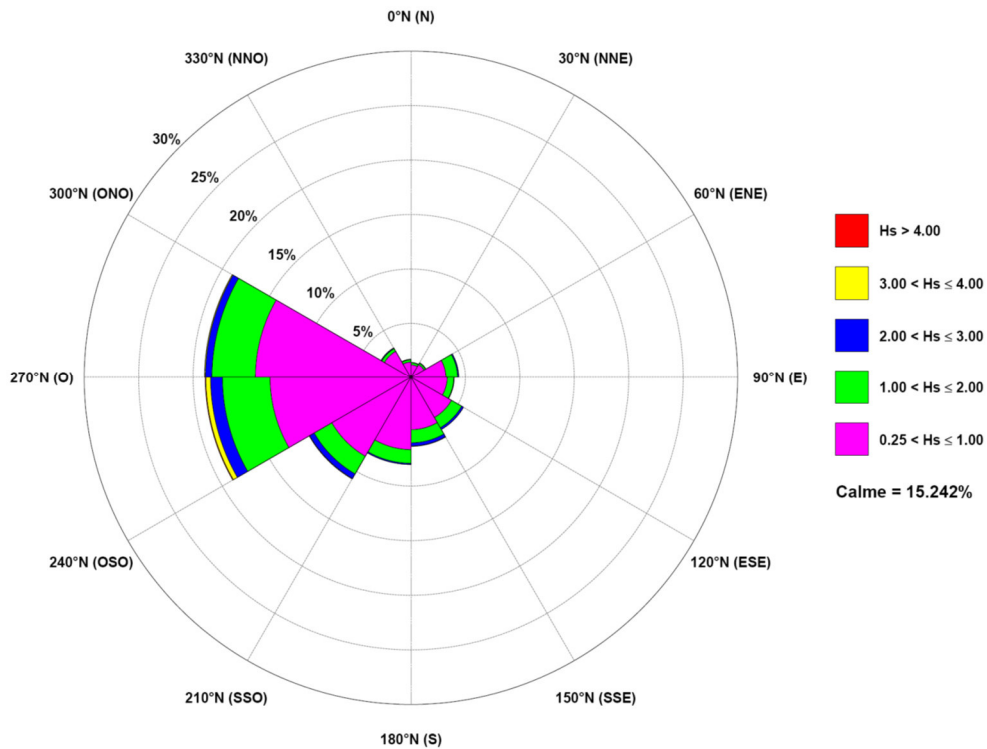
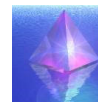


Figura 6. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Primaveraile)

Hs(m) \ Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 2.00	2.00 - 3.00	3.00 - 4.00	4.00 - 5.00	5.00 - 6.00	6.00 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 30	0.242%	1.186%	0.193%	0.029%	-	-	-	-	-	1.407%	1.649%
30 - 60	0.193%	1.391%	0.164%	0.033%	-	-	-	-	-	1.588%	1.781%
60 - 90	0.353%	3.208%	1.071%	0.090%	0.012%	-	-	-	-	4.382%	4.735%
90 - 120	0.435%	3.327%	0.607%	0.037%	-	-	-	-	-	3.971%	4.406%
120 - 150	0.927%	4.296%	1.083%	0.181%	-	-	-	-	-	5.559%	6.486%
150 - 180	1.141%	4.829%	1.210%	0.287%	0.029%	-	-	-	-	6.355%	7.496%
180 - 210	1.781%	6.655%	1.255%	0.103%	0.004%	-	-	-	-	8.017%	9.797%
210 - 240	2.577%	8.386%	1.875%	0.484%	0.041%	-	-	-	-	10.786%	13.363%
240 - 270	2.819%	12.936%	4.369%	1.091%	0.431%	0.037%	0.016%	0.008%	-	18.889%	21.708%
270 - 300	3.331%	14.282%	3.992%	0.587%	0.078%	0.004%	-	-	-	18.942%	22.274%
300 - 330	1.087%	2.806%	0.287%	0.062%	0.012%	-	-	-	-	3.167%	4.255%
330 - 360	0.357%	1.444%	0.213%	0.037%	-	-	-	-	-	1.694%	2.051%
<b>Totale</b>	<b>15.242%</b>	<b>64.745%</b>	<b>16.321%</b>	<b>3.020%</b>	<b>0.607%</b>	<b>0.041%</b>	<b>0.016%</b>	<b>0.008%</b>	<b>0.000%</b>	<b>84.76%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 7. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Primaveraile)



Hs(m) Tp (s)	calme <= 0.25	0.25 1.00	1.00 2.00	2.00 3.00	3.00 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 4	7.377%	19.205%	0.021%	-	-	-	-	-	-	19.225%	26.602%
4 - 6	6.002%	35.821%	4.538%	0.012%	-	-	-	-	-	40.371%	46.373%
6 - 8	1.797%	9.284%	10.938%	1.813%	0.086%	-	-	-	-	22.122%	23.919%
8 - 10	0.066%	0.427%	0.812%	1.194%	0.517%	0.041%	0.008%	0.008%	-	3.007%	3.073%
10 - 12	-	0.008%	0.012%	-	0.004%	-	0.008%	-	-	0.033%	0.033%
12 - 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
> 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>15.242%</b>	<b>64.745%</b>	<b>16.321%</b>	<b>3.020%</b>	<b>0.607%</b>	<b>0.041%</b>	<b>0.016%</b>	<b>0.008%</b>	<b>0.000%</b>	<b>84.76%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 8. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Primaveraile)

Hs(m) Tm (s)	calme <= 0.25	0.25 1.00	1.00 2.00	2.00 3.00	3.00 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 4	11.311%	38.213%	1.288%	-	-	-	-	-	-	39.501%	50.812%
4 - 6	3.902%	26.085%	12.948%	1.411%	0.033%	-	-	-	-	40.478%	44.379%
6 - 8	0.029%	0.447%	2.084%	1.600%	0.464%	-	-	-	-	4.595%	4.624%
8 - 10	-	-	-	0.008%	0.111%	0.041%	0.016%	0.008%	-	0.185%	0.185%
10 - 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
12 - 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
> 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>15.242%</b>	<b>64.745%</b>	<b>16.321%</b>	<b>3.020%</b>	<b>0.607%</b>	<b>0.041%</b>	<b>0.016%</b>	<b>0.008%</b>	<b>0.000%</b>	<b>84.76%</b>	<b>100.00%</b>

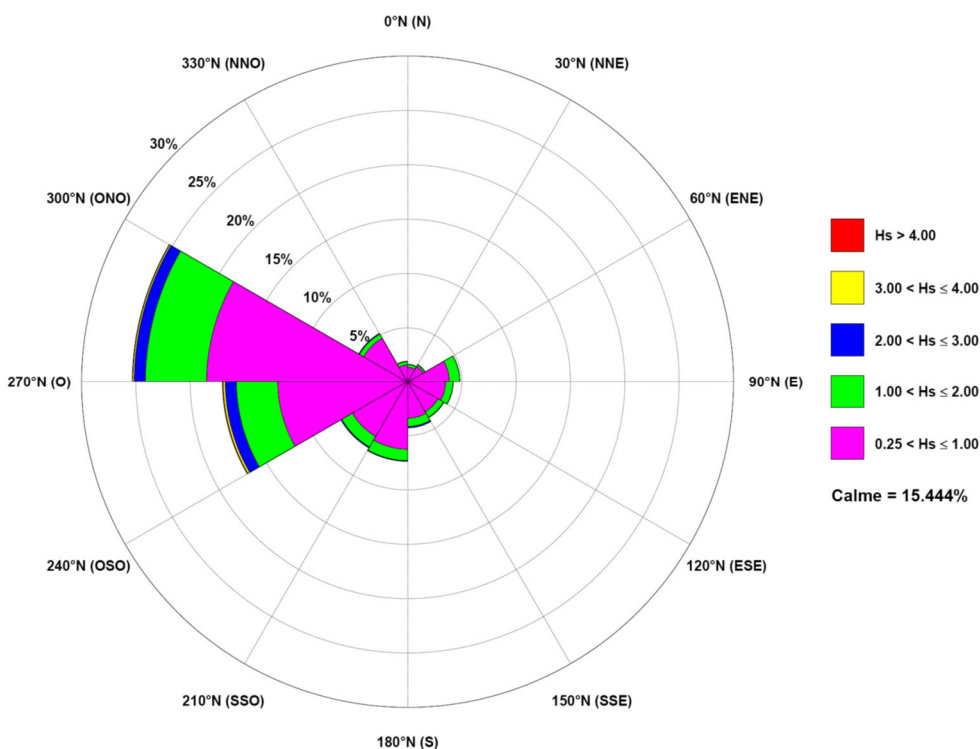
Tabella 9. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Primaveraile)

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **primaverile**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da OSO-ONO e SSO-OSO con picco massimo nel range 240°-300°N per il primo settore e 210°-240°N per il secondo settore (Figura 6);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 18.942% (3.331% calme) per il range direzionale 240°-270°N e del 10.786% (2.557% calme) per il range direzionale 210°-240°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 15.242% (Tabella 7);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 64.745%, mentre per le classi 1.00-2.00m e 2.00-3.00m si ha rispettivamente una percentuale di accadimento del 16.321% e del 3.020% delle registrazioni primaverili. Risulta, inoltre, che lo 0.008% delle osservazioni primaverili corrisponde ad un'altezza massima  $6.00 < H_s < 7.00m$  (Tabella 7);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (40.371% - calme 6.002%), con valori massimi nel range 10-12s (0.033%).

- Le onde con periodo di picco minore di 4s costituiscono il 19.225% (calme 7.377%) delle osservazioni primaverili, mentre non sono presenti onde con periodo maggiore di 14s. Alle caratteristiche ondametriche massime ( $6.00 < H_s < 7.00m$ ) è associato un periodo di picco compreso nell'intervallo 8-10s (0.008%) (Tabella 8);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (40.478% - calme 3.902%), con valori massimi nel range 8-10s (0.185%). Le onde con periodo medio minore di 4s costituiscono il 39.501% (calme 11.311%) delle osservazioni primaverili, mentre non sono presenti onde con periodo maggiore di 14s. Alle caratteristiche ondametriche massime ( $6.00 < H_s < 7.00m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 8-10s (0.008%) (Tabella 9).

PONZA - ANALISI ESTIVA



**Figura 7. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Estiva)**



Hs(m) Dir(°N)	calme	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
	<= 0.25	- 1.00	- 2.00	- 3.00	- 4.00	- 5.00	- 6.00	- 7.00			
0 - 30	0.553%	1.369%	0.247%	0.024%	0.003%	-	-	-	-	1.644%	2.197%
30 - 60	0.431%	1.671%	0.166%	0.027%	0.003%	-	-	-	-	1.868%	2.298%
60 - 90	0.464%	3.847%	0.959%	0.010%	-	-	-	-	-	4.817%	5.281%
90 - 120	0.515%	3.502%	0.681%	0.017%	-	-	-	-	-	4.200%	4.715%
120 - 150	0.719%	3.231%	0.593%	0.037%	-	-	-	-	-	3.861%	4.580%
150 - 180	0.817%	3.397%	0.763%	0.115%	-	-	-	-	-	4.275%	5.092%
180 - 210	1.044%	6.247%	1.047%	0.061%	-	-	-	-	-	7.356%	8.400%
210 - 240	2.156%	5.861%	1.125%	0.088%	0.007%	-	-	-	-	7.081%	9.237%
240 - 270	2.932%	11.946%	3.800%	1.027%	0.190%	0.071%	-	-	-	17.034%	19.966%
270 - 300	3.661%	18.492%	5.631%	1.020%	0.129%	0.044%	0.007%	-	-	25.322%	28.983%
300 - 330	1.458%	4.671%	0.437%	0.064%	0.007%	-	-	-	-	5.180%	6.637%
330 - 360	0.695%	1.580%	0.308%	0.027%	0.003%	-	-	-	-	1.919%	2.614%
<b>Totale</b>	<b>15.444%</b>	<b>65.814%</b>	<b>15.759%</b>	<b>2.519%</b>	<b>0.342%</b>	<b>0.115%</b>	<b>0.007%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>84.56%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 10. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Estiva)

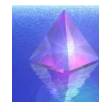
Hs(m) Tp (s)	calme	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
	<= 0.25	- 1.00	- 2.00	- 3.00	- 4.00	- 5.00	- 6.00	- 7.00			
<= 4	8.136%	22.461%	0.044%	-	-	-	-	-	-	22.505%	30.641%
4 - 6	5.569%	35.844%	4.719%	0.007%	-	-	-	-	-	40.569%	46.139%
6 - 8	1.654%	7.098%	10.468%	1.553%	0.034%	-	-	-	-	19.153%	20.807%
8 - 10	0.085%	0.400%	0.525%	0.959%	0.308%	0.115%	0.007%	-	-	2.315%	2.400%
10 - 12	-	0.010%	0.003%	-	-	-	-	-	-	0.014%	0.014%
12 - 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
> 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>15.444%</b>	<b>65.814%</b>	<b>15.759%</b>	<b>2.519%</b>	<b>0.342%</b>	<b>0.115%</b>	<b>0.007%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>84.56%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 11. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Estiva)

Hs(m) Tm (s)	calme	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
	<= 0.25	- 1.00	- 2.00	- 3.00	- 4.00	- 5.00	- 6.00	- 7.00			
<= 4	12.553%	42.027%	1.342%	-	-	-	-	-	-	43.369%	55.922%
4 - 6	2.881%	23.075%	11.793%	0.895%	0.027%	-	-	-	-	35.790%	38.671%
6 - 8	0.010%	0.675%	2.610%	1.624%	0.298%	0.010%	-	-	-	5.217%	5.227%
8 - 10	-	0.034%	0.014%	-	0.017%	0.105%	0.007%	-	-	0.176%	0.176%
10 - 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
12 - 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
> 14	-	0.003%	-	-	-	-	-	-	-	0.003%	0.003%
<b>Totale</b>	<b>15.444%</b>	<b>65.814%</b>	<b>15.759%</b>	<b>2.519%</b>	<b>0.342%</b>	<b>0.115%</b>	<b>0.007%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>84.56%</b>	<b>100.00%</b>

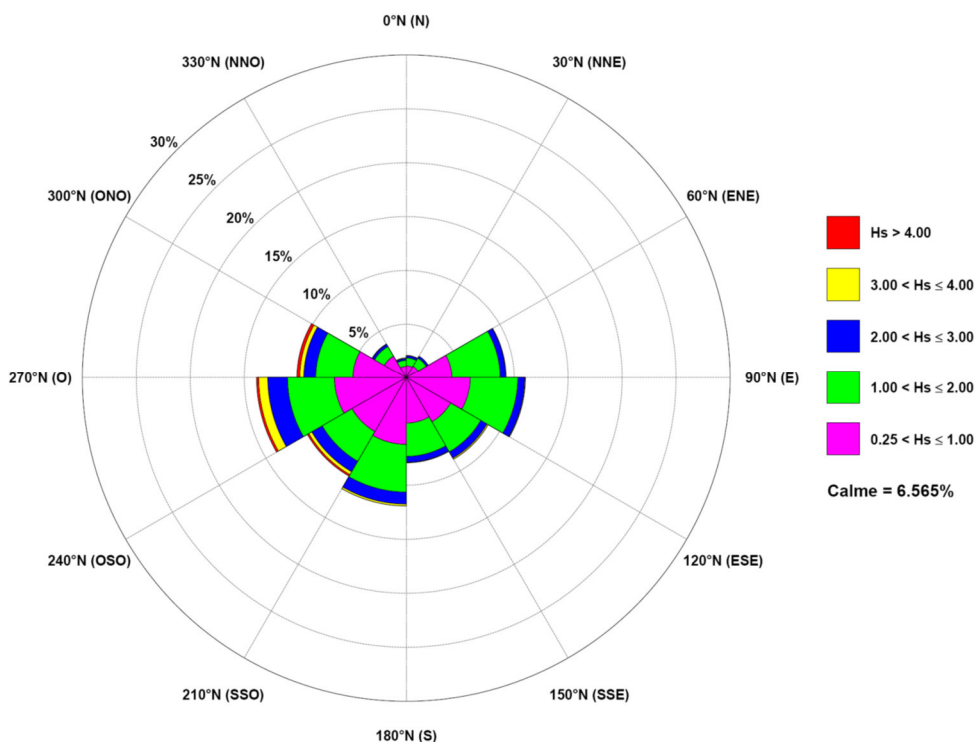
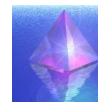
Tabella 12. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Estiva)

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **estiva**, si evince quanto segue:



- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da O-ONO ed OSO-O con picco massimo nel range 270°-300°N per il primo settore e 240°-270°N per il secondo settore (Figura 7);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 25.322% (3.661% calme) per il range direzionale 270°-300°N e del 17.034% (2.932% calme) per il range direzionale 240°-270°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 15.444% (Tabella 10);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 65.814%, mentre per le classi 1.00-2.00m e 2.00-3.00m si ha rispettivamente una percentuale di accadimento del 15.759% e del 2.519% delle registrazioni estive. Risulta, inoltre, che lo 0.007% delle osservazioni estive corrisponde ad un'altezza massima  $5.00 < H_s < 6.00m$  (Tabella 10);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (40.569% - calme 5.569%), con valori massimi nel range 10-12s (0.014%). Le onde con periodo di picco minore di 4s costituiscono il 22.505% (calme 8.136%) delle osservazioni estive, mentre non sono presenti onde con periodo maggiore di 12-14s. Alle caratteristiche ondometriche massime ( $5.00 < H_s < 6.00m$ ) è associato un periodo di picco compreso nell'intervallo 8-10s (0.007%) (Tabella 11);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (35.790% - calme 2.881%), con valori massimi nel range 8-10s (0.176%). Le onde con periodo medio minore di 4s costituiscono il 43.369% (calme 12.553%) mentre quelle con periodo maggiore di 14s lo 0.003% delle osservazioni estive. Alle caratteristiche ondometriche massime ( $5.00 < H_s < 6.00m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 8-10s (0.007%) (Tabella 12).

### PONZA - ANALISI AUTUNNALE



**Figura 8. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (Boa PONZA - Analisi Autunnale)**

Hs(m) \ Dir(°N)	calme ≤ 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 2.00	2.00 - 3.00	3.00 - 4.00	4.00 - 5.00	5.00 - 6.00	6.00 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<b>0 - 30</b>	0.101%	1.141%	0.739%	0.199%	0.033%	-	-	-	-	2.111%	2.212%
<b>30 - 60</b>	0.116%	1.256%	0.883%	0.203%	0.004%	0.004%	-	-	-	2.350%	2.466%
<b>60 - 90</b>	0.337%	4.233%	4.468%	0.507%	0.033%	-	-	-	-	9.240%	9.577%
<b>90 - 120</b>	0.380%	5.935%	4.396%	0.641%	0.058%	0.007%	-	-	-	11.036%	11.416%
<b>120 - 150</b>	0.427%	4.758%	3.223%	0.659%	0.116%	0.007%	-	-	-	8.762%	9.190%
<b>150 - 180</b>	0.471%	4.240%	3.085%	0.547%	0.043%	-	-	-	-	7.915%	8.386%
<b>180 - 210</b>	1.133%	6.213%	4.417%	1.108%	0.174%	-	-	-	-	11.913%	13.046%
<b>210 - 240</b>	1.387%	5.811%	3.175%	1.115%	0.311%	0.138%	0.022%	-	0.004%	10.576%	11.963%
<b>240 - 270</b>	1.141%	6.651%	4.341%	1.832%	0.836%	0.159%	0.036%	0.007%	-	13.864%	15.005%
<b>270 - 300</b>	0.699%	4.939%	3.440%	1.108%	0.369%	0.152%	0.105%	0.011%	-	10.124%	10.823%
<b>300 - 330</b>	0.304%	2.350%	1.039%	0.235%	0.029%	0.004%	-	0.004%	-	3.661%	3.965%
<b>330 - 360</b>	0.069%	1.083%	0.572%	0.159%	0.058%	0.011%	-	-	-	1.883%	1.952%
<b>Totale</b>	6.565%	48.610%	33.779%	8.313%	2.064%	0.482%	0.163%	0.022%	0.004%	93.44%	100.00%

**Tabella 13. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (Boa PONZA - Analisi Autunnale)**





Hs(m) Tp (s)	calme	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
	<= 0.25	- 1.00	- 2.00	- 3.00	- 4.00	- 5.00	- 6.00	- 7.00			
<= 4	2.835%	12.510%	0.167%	-	-	-	-	-	-	12.677%	15.512%
4 - 6	2.625%	28.742%	15.251%	0.290%	-	-	-	-	-	44.283%	46.908%
6 - 8	1.101%	6.959%	17.612%	5.840%	0.507%	0.004%	-	-	-	30.922%	32.023%
8 - 10	0.004%	0.398%	0.746%	2.183%	1.524%	0.427%	0.080%	0.004%	-	5.362%	5.366%
10 - 12	-	-	0.004%	-	0.033%	0.051%	0.076%	0.007%	-	0.170%	0.170%
12 - 14	-	-	-	-	-	-	0.007%	0.011%	0.004%	0.022%	0.022%
> 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>6.565%</b>	<b>48.610%</b>	<b>33.779%</b>	<b>8.313%</b>	<b>2.064%</b>	<b>0.482%</b>	<b>0.163%</b>	<b>0.022%</b>	<b>0.004%</b>	<b>93.44%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 14. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (Boa PONZA - Analisi Autunnale)

Hs(m) Tm (s)	calme	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
	<= 0.25	- 1.00	- 2.00	- 3.00	- 4.00	- 5.00	- 6.00	- 7.00			
<= 4	4.497%	26.305%	4.189%	-	-	-	-	-	-	30.495%	34.992%
4 - 6	2.057%	21.949%	26.798%	4.432%	0.203%	-	-	-	-	53.382%	55.438%
6 - 8	0.011%	0.355%	2.792%	3.856%	1.651%	0.181%	0.014%	-	-	8.849%	8.860%
8 - 10	-	-	-	0.025%	0.210%	0.301%	0.145%	0.018%	0.004%	0.702%	0.702%
10 - 12	-	-	-	-	-	-	0.004%	0.004%	-	0.007%	0.007%
12 - 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
> 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>6.565%</b>	<b>48.610%</b>	<b>33.779%</b>	<b>8.313%</b>	<b>2.064%</b>	<b>0.482%</b>	<b>0.163%</b>	<b>0.022%</b>	<b>0.004%</b>	<b>93.44%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 15. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (Boa PONZA - Analisi Autunnale)

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **autunnale**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da SSO-ONO e S-SSO con picco massimo nel range 240°-270°N per il primo settore e 180°-210°N per il secondo settore (Figura 8);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 13.864% (1.141% calme) per il range direzionale 240°-270°N e del 11.913% (1.133% calme) per il range direzionale 180°-210°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 6.565% (Tabella 13);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 48.610%, mentre per le classi 1.00-2.00m e 2.00-3.00m si ha rispettivamente una percentuale di accadimento del 33.779% e dell'8.313% delle registrazioni autunnali. Risulta, inoltre, che lo 0.004% delle osservazioni autunnali corrisponde ad un'altezza massima  $H_s > 7.00m$  (Tabella 13);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (44.283% - calme 2.625%), con valori massimi nel range 12-14s (0.022%). Le onde con periodo di picco minore di 4s costituiscono il 12.677% (calme 2.835%), delle



osservazioni autunnali, mentre non sono presenti quelle con periodo maggiore di 14s. Le caratteristiche ondamiche massime ( $H_s > 7.00m$ ) hanno un periodo di picco compreso nell'intervallo 12-14s (0.004%) (Tabella 14);

- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (53.382% - calme 2.057%), con valori massimi nel range 10-12s (0.007%). Le onde con periodo medio minore di 4s costituiscono il 30.495% (calme 4.497%) delle osservazioni autunnali, mentre non sono presenti quelle con periodo maggiore di 14s. Le caratteristiche ondamiche massime ( $H_s > 7.00m$ ) hanno un periodo medio compreso nell'intervallo 8-10s (0.004%) (Tabella 15).



## 5. DETERMINAZIONE DEI FETCH GEOGRAFICI ED EFFICACI

L'analisi dell'esposizione geografica di una stazione di misura del moto ondoso o di un sito costiero, non può prescindere dalla determinazione dei fetch geografici ed efficaci. In bacini semichiusi di estensione limitata come il Mar Mediterraneo, tale misura può essere eseguita facendo ricorso al concetto di "fetch geografico" che indica la distanza (geografica) tra il punto di interesse e la terra più vicina in relazione ad una prefissata direzione.

Tuttavia, per completare l'inquadramento del paraggio è necessario determinare anche i valori dei fetch efficaci sulla base di quelli geografici precedentemente individuati. L'area geografica, da sola, non è in grado di fornire un adeguato inquadramento del paraggio relativo al sito considerato. Limitarsi, infatti, al solo dato geografico, equivale a ritenere che il moto ondoso si generi esclusivamente lungo la direzione di provenienza del vento senza coinvolgere affatto le direzioni contigue alla stessa. In altre parole non si tiene conto in alcun modo né della dispersione direzionale dell'energia dell'onda né di quella del vento (il vento, in effetti, trasmette la sua energia alla superficie del mare non solo secondo la sua direzione di propagazione ma anche secondo le direzioni a questa vicine).

Da qui la necessità di dover introdurre il concetto di fetch efficace, concetto che è strettamente legato a quello di fetch geografico, tant'è che per una determinata direzione il valore del primo è funzione dei valori del secondo relativi alle direzioni contigue a quella considerata.

Fissata, infatti, l'attenzione su una qualunque delle direzioni lungo le quali sono stati misurati i valori dei fetch geografici, la lunghezza del corrispondente fetch efficace può essere valutata attraverso una sorta di media ponderata delle distanze geografiche relative alle direzioni comprese all'interno di un settore di ampiezza predefinita a cavallo di quella considerata.

Sull'ampiezza di tale settore, esistono diverse teorie che considerano differenti ampiezze: 180° (-90° e +90° rispetto alla direzione prefissata), 90° (± 45°) o infine 60° (± 30°), è il progettista a stabilire quale sia la scelta più opportuna, sulla base della propria esperienza e di considerazioni circa le condizioni al contorno.

Una volta fissata tale ampiezza, la determinazione del fetch efficace lungo una generica direzione potrà avvenire attraverso la relazione:

$$F_{e,w} = \frac{\sum_{\varphi_i = \varphi_w - \theta}^{\varphi_w + \theta} F_i \cos^{n+1}(\varphi_i - \varphi_w)}{\sum_{\varphi_i = \varphi_w - \theta}^{\varphi_w + \theta} \cos^n(\varphi_i - \varphi_w)}$$

nella quale i simboli che compaiono hanno il seguente significato:

$\varphi_w$  è la direzione media (riferita al Nord geografico) di possibile provenienza del vento responsabile del fenomeno di generazione del moto ondoso e per la quale si vuole valutare il relativo fetch efficace.

$F_{e,w}$  è la lunghezza del fetch efficace lungo la direzione  $\varphi_w$ .

$\theta$  è l'ampiezza del settore considerato a cavallo della direzione  $\varphi_w$  e che si ritiene partecipi effettivamente alla generazione del moto ondoso lungo tale direzione (nel caso in esame  $\theta = 90^\circ$ ).

$\varphi_w - \theta \leq \varphi_i \leq \varphi_w + \theta$  è la  $i$ -esima direzione (sempre riferita al Nord geografico) compresa nel settore di ampiezza  $2\theta$  il cui relativo fetch geografico contribuisce alla determinazione di  $F_{e,w}$ .

$F_i$  è la lunghezza del fetch geografico lungo la  $i$ -esima direzione  $\varphi_i$ .

$n$  è il termine esponenziale definito in funzione della legge di distribuzione direzionale degli spettri di moto ondoso che caratterizzano il sito considerato.

Pertanto, sulla base di quanto esposto in precedenza, si riporta di seguito l'estensione del fetch geografico ed efficace per la boa di PONZA (Figura 9) e per il punto di indagine a largo della del Golfo di Napoli (PUNTO\_LARGO) (Figura 10).

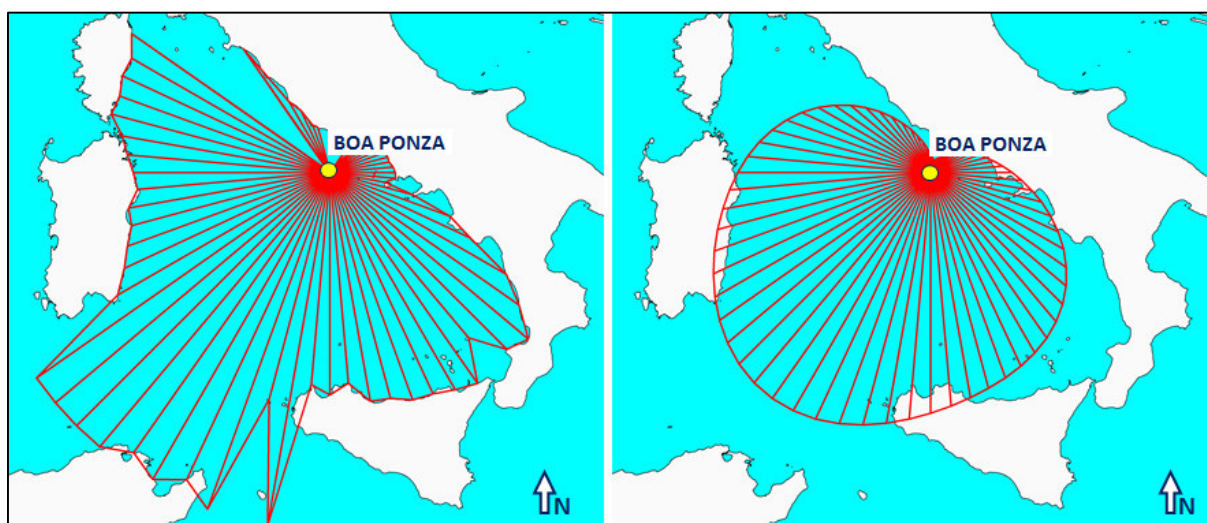


Figura 9. Fetch Geografico (sinistra) - Efficace (destra) Boa PONZA

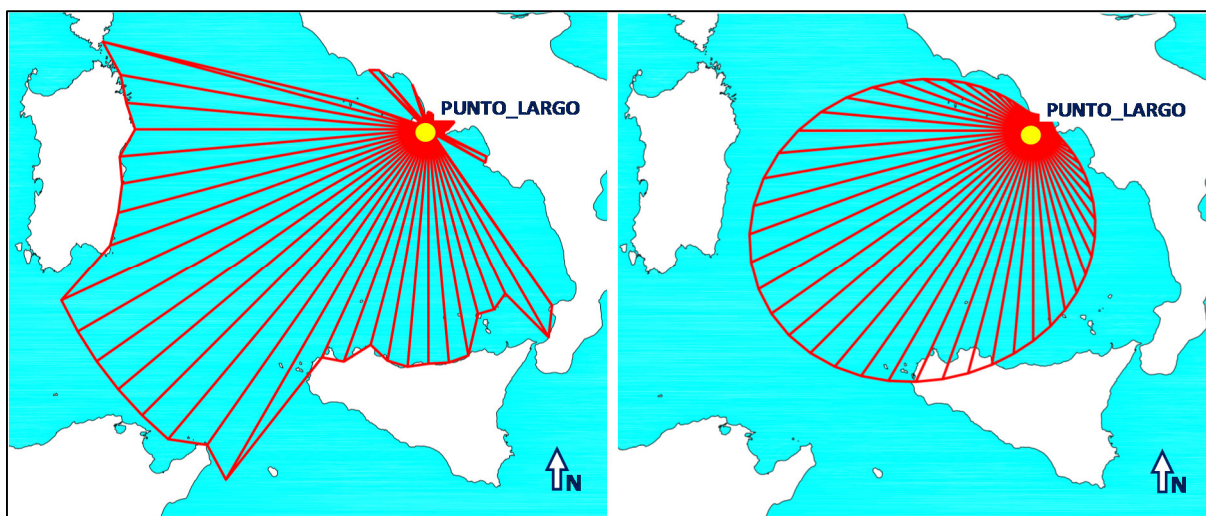
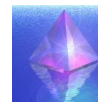


Figura 10. Fetch Geografico (sinistra) - Efficace (destra) PUNTO\_LARGO

## 6. TRASPOSIZIONE GEOGRAFICA - RICOSTRUZIONE CLIMA MOTO ONDOSI LOCALE

Come descritto in precedenza una delle fonti più attendibili di dati per la determinazione dei parametri relativi al moto ondoso in un dato sito è certamente quella delle misure registrate sul campo. La disponibilità di tali misure risulta, però, spesso esigua o addirittura assente.

Si è osservato, infatti, che le stazioni della R.O.N., seppur ben distribuite al largo delle coste italiane, sono comunque poste in un numero limitato di punti, pertanto, fatta eccezione per alcuni casi, in tutti gli altri risulterà praticamente impossibile avere una misura locale del moto ondoso.

Qualora in questi ultimi casi l'analisi del clima meteomarinario voglia comunque svolgersi basandosi (come è preferibile) su dati realmente registrati dagli ondometri della R.O.N. (metodo diretto), l'unica possibilità a disposizione del progettista è quella di fare riferimento ad una stazione ondometrica che quantomeno ricada in un'area geografica che si possa ritenere simile (per quel che concerne i fenomeni di generazione del moto ondoso) a quella in cui si trova il sito oggetto di studio, ed utilizzare per quest'ultimo i dati registrati appunto da questa stazione.

In una situazione del genere, ovviamente, nasce l'esigenza di dover ricorrere ad un metodo che, tenendo conto delle differenze, pur sempre esistenti, tra i due siti (quello oggetto di studio e quello scelto per il reperimento dei dati), permetta appunto di "trasporre" geograficamente i dati dall'uno all'altro.

Con riferimento al caso in esame i dati cui si farà riferimento sono quelli registrati dalla stazione ondometrica appartenente alla R.O.N. di PONZA, quindi è necessario che tali dati vengano trasferiti ed adattati al caso specifico in corrispondenza del Golfo di Napoli.

La trasposizione dei dati ondametrici da un sito all'altro è un'operazione per cui non è prevista una metodologia unica e ben definita, pertanto nel prosieguo sarà dapprima descritta quella che è la tecnica di trasposizione cui usualmente si fa riferimento.

L'ipotesi fondamentale alla base di tale metodo geografico è che le stesse condizioni di vento (velocità e direzione), che hanno determinato le condizioni di moto ondoso registrate dall'ondametro di riferimento, abbiano interessato anche l'area di generazione situata al largo del sito d'interesse.

Ovviamente tale ipotesi risulterà tanto più plausibile, quanto più vicini sono i due siti in questione (in genere gli eventi meteorologici si presentano mediamente con le stesse caratteristiche su aree geografiche piuttosto vaste), ecco perché nel caso in esame si è scelto il sito di PONZA quale sito per il reperimento dei dati.

Supponendo, inoltre, che le aree di generazione del moto ondoso possano essere determinate per ciascun sito utilizzando solo ed esclusivamente il concetto di fetch efficace, il metodo di trasposizione geografica dovrà semplicemente stabilire una corrispondenza tra le direzioni, le altezze ed i periodi del moto ondoso relative al sito di registrazione e a quello oggetto di studio.

Nel caso di fetch limitati (come spesso accade nei bacini del Mar Mediterraneo) e nell'ipotesi che siano valide le teorie che descrivono la generazione del moto ondoso a seguito degli eventi eolici alla base del metodo SMB, le leggi che permettono di calcolare l'altezza d'onda significativa spettrale  $H_s$  ed il relativo periodo di picco spettrale  $T_p$  in funzione della lunghezza del fetch considerato e della velocità del vento sono le seguenti:

$$\frac{gH_s}{U_A^2} = 1.6 \cdot 10^{-3} \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \frac{gT_p}{U_A} = 2.857 \cdot 10^{-1} \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

dove  $U_A$  è il fattore di velocità del vento ("wind stress factor"), dipendente in modo non lineare dalla velocità del vento misurata alla quota di +10m s.l.m., ed F è la lunghezza del fetch efficace relativo alla direzione prefissata.

Fissata quindi una generica direzione geografica dalla quale si ritenga spiri il vento, ed indicando con gli apici M e O le grandezze associate rispettivamente al sito di misura ed a quello oggetto di studio, le precedenti relazioni permettono di trovare la corrispondenza ricercata tra le altezze ed i periodi delle onde relative ai punti M e O ed alla direzione considerata attraverso la determinazione dei relativi coefficienti di trasposizione geografica  $K_H$  e  $K_T$ .

Ritenendo, infatti, che il fattore di velocità del vento sia lo stesso per i due punti in esame, dalle relazioni precedenti si ha:

$$K_H = \frac{H_s^O}{H_s^M} = \left( \frac{F^O}{F^M} \right)^{\frac{1}{2}} = \text{coefficiente di trasposizione delle altezze d'onda}$$



$$K_T = \frac{T_p^O}{T_p^M} = \left( \frac{F^O}{F^M} \right)^{\frac{1}{3}} = \text{coefficiente di trasposizione dei periodi d'onda}$$

Il calcolo dei coefficienti  $K_H$  e  $K_T$  andrà effettuato quindi per ognuna delle direzioni considerate per l'individuazione dei fetch geografici ed efficaci relativi al sito oggetto di studio ed a quello di misura.

L'uso dei coefficienti  $K_H$  e  $K_T$  è semplice; sarà infatti sufficiente moltiplicare i dati registrati dalla stazione di misura (altezza d'onda significativa  $H_s$  e relativo periodo di picco  $T_p$ ) per i valori di tali coefficienti relativi alla direzione a cui i dati stessi si riferiscono, ed ottenere i corrispondenti valori di  $H_s$  e  $T_p$  per il sito d'interesse.

Il metodo proposto si completa utilizzando una legge che stabilisce il legame tra la direzione media del vento e quella del moto ondoso, che permette di superare il limite imposto dall'applicazione della metodo SMB che prevede l'uguaglianza tra le due direzioni. In questo caso si è stabilito di applicare quanto proposto da Contini-De Girolamo (1998) e Leenknecht (ACES) per valutare la correzione della direzione del vento al fine di non trascurare che il trasferimento di energia dal vento al mare dipende anche dalla distribuzione direzionale dei fetch. Si può quindi assegnare allo stato di mare una direzione calcolata come media pesata delle direzioni rispetto alla lunghezza del fetch geografico, ipotizzando che il trasferimento di energia avvenga in un settore di ampiezza variabile tra  $\pm 45^\circ$  intorno alla direzione media del vento e che la funzione di trasferimento dell'energia sia rappresentabile da una potenza ennesima del coseno. In particolare, è stato osservato che tale trasferimento si riduce lungo le direzioni più lontane da quella di provenienza, mentre aumenta lungo le direzioni a cui competono i fetch più estesi. Di conseguenza, le onde generate da venti spiranti da direzioni prossime ai limiti del settore di traversia tendono a propagarsi lungo direzioni più interne.

Pertanto, si può affermare che la direzione media  $\beta$  del moto ondoso relativa alla direzione media di provenienza del vento  $\phi_w$  è individuata come il valore che rende massima la funzione:

$$f(\beta) = (F_{e,w})^{0.28} \cdot \cos(\beta)^{0.44}$$

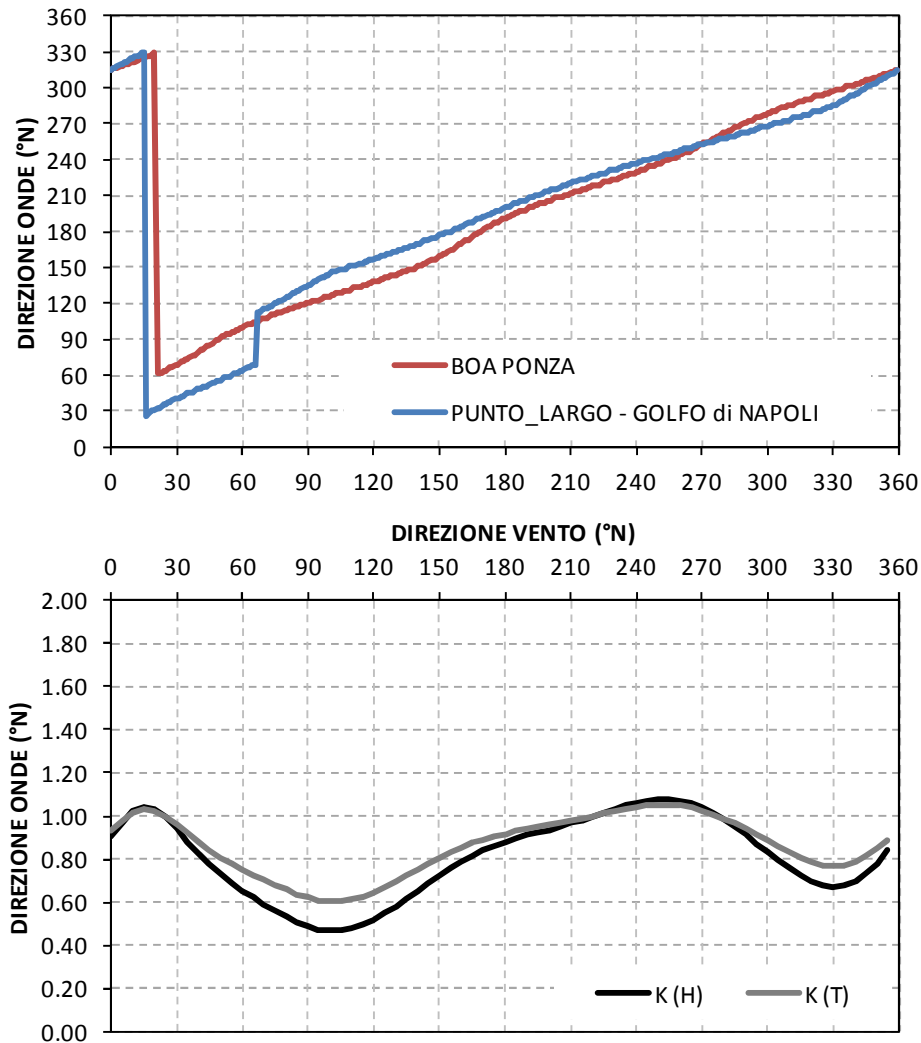
In base a tale criterio, la direzione del moto ondoso  $\beta$  generato da un vento caratterizzato da una direzione media  $\phi_w$  è pari al valore dell'angolo cui corrisponde il massimo valore della funzione sopra riportata, avendo indicato con  $F_{e,w}$  la lunghezza del fetch efficace relativa alla direzione  $\phi_w$  del vento.

Quindi, considerando costante la direzione di provenienza del vento nell'area del Mediterraneo in cui è posta la boa reale di PONZA ed il punto di indagine posizionato in prossimità del Golfo di Napoli, è stato possibile determinare, attraverso l'applicazione della legge di



correlazione tra la direzione dell'onda e quella del vento, le direzioni del moto ondoso del punto di interesse rispetto al Nord Geografico note le direzioni di provenienza del moto ondoso registrate dagli ondametri reali.

Di seguito, in base a quanto esposto in precedenza, si riportano in forma grafica i valori ottenuti per i coefficienti di trasposizione e la correlazione fra le direzioni di moto ondoso ed il vento per la boa reale di PONZA ed il punto di indagine (PUNTO\_LARGO) al largo del Golfo di Napoli (Figura 11).



**Figura 11. Coefficienti trasposizione e correlazione direzione Onde-Vento (Boa PONZA - PUNTO\_LARGO)**



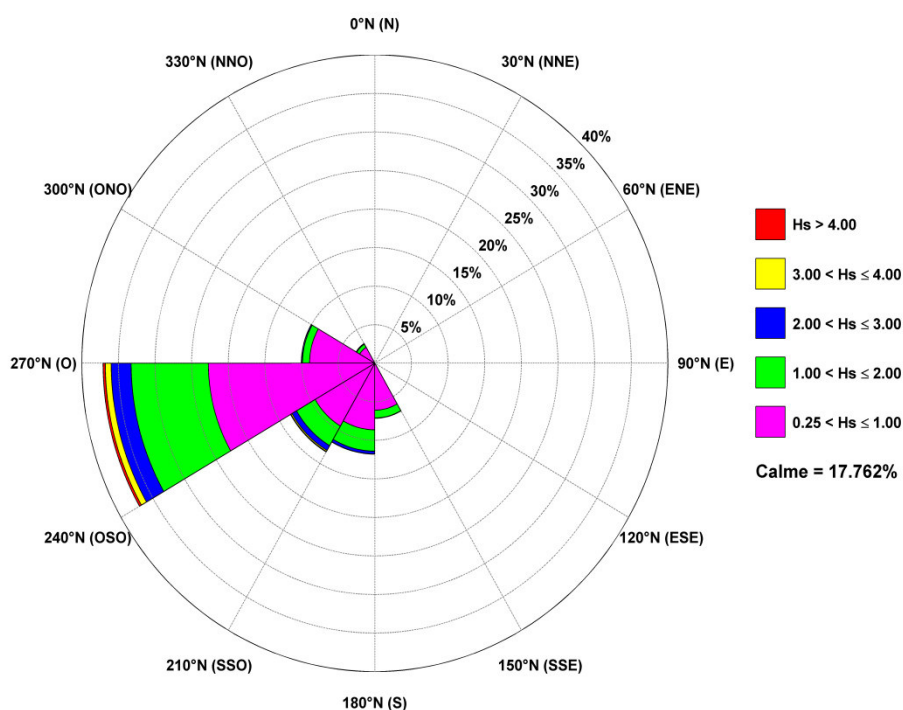
## 7. CARATTERIZZAZIONE DEL MOTO ONDOSO MEDIO (PUNTO\_LARGO)

Allo scopo di individuare le caratteristiche del clima ondoso nel punto di interesse (PUNTO\_LARGO), posizionato nel Golfo di Napoli, i dati determinati attraverso la metodologia di trasposizione descritta in precedenza, sono stati suddivisi per classi di altezza d'onda significativa, direzione di provenienza, periodo di picco e medio, in modo tale da poter calcolare la frequenza di accadimento media annua.

Inoltre, al fine di ottenere risultati di maggior dettaglio rispetto agli scopi del presente studio, tale analisi è stata condotta anche a scala stagionale in modo tale da sviluppare una migliore caratterizzazione ondometrica dei singoli periodi annuali (Invernale, Primaverile, Estiva, Autunnale).

I risultati di tale elaborazione sono stati sintetizzati nei grafici e tabelle di seguito riportate.

### PUNTO LARGO - ANALISI COMPLESSIVA



**Figura 12. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_LARGO - Analisi Complessiva)**



Hs(m)	calme ≤ 0.25	0.25 -	1.00 -	1.50 -	2.00 -	2.50 -	3.00 -	3.50 -	4.00 -	4.50 -	5.00 -	5.50 -	6.00 -	6.50 -	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
Dir(°N)	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	-	-	-	
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	1.617%	2.823%	0.366%	0.035%	0.005%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.230%	4.847%
165 - 180	1.075%	3.254%	0.441%	0.172%	0.026%	0.008%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.901%	4.977%
180 - 195	1.186%	4.425%	1.003%	0.326%	0.115%	0.039%	0.011%	-	-	-	-	-	-	-	-	5.921%	7.107%
195 - 210	0.784%	4.199%	1.022%	0.416%	0.154%	0.046%	0.020%	0.003%	-	-	-	-	-	-	-	5.861%	6.645%
210 - 225	1.170%	4.733%	0.822%	0.347%	0.152%	0.069%	0.035%	0.008%	0.001%	-	-	-	-	-	-	6.167%	7.337%
225 - 240	1.257%	4.658%	1.140%	0.628%	0.356%	0.138%	0.079%	0.049%	0.023%	0.016%	0.014%	0.008%	-	-	0.001%	7.111%	8.368%
240 - 255	2.037%	8.343%	2.138%	1.226%	0.632%	0.282%	0.180%	0.115%	0.054%	0.016%	0.004%	0.004%	-	-	-	12.995%	15.031%
255 - 270	2.956%	14.373%	4.528%	2.649%	1.159%	0.647%	0.330%	0.177%	0.121%	0.062%	0.033%	0.005%	0.004%	0.001%	-	24.091%	27.047%
270 - 285	3.410%	6.771%	0.626%	0.168%	0.080%	0.023%	0.015%	0.008%	0.001%	-	-	-	-	-	-	7.689%	11.099%
285 - 300	1.337%	2.131%	0.129%	0.046%	0.023%	0.007%	0.001%	0.001%	-	0.001%	-	-	-	-	-	2.340%	3.677%
300 - 315	0.658%	1.452%	0.161%	0.092%	0.022%	0.009%	-	0.001%	0.001%	-	-	-	-	-	-	1.739%	2.397%
315 - 330	0.275%	0.918%	0.161%	0.058%	0.028%	0.020%	0.004%	0.003%	0.001%	-	-	-	-	-	-	1.194%	1.469%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>17.762%</b>	<b>58.082%</b>	<b>12.538%</b>	<b>6.163%</b>	<b>2.753%</b>	<b>1.289%</b>	<b>0.672%</b>	<b>0.367%</b>	<b>0.203%</b>	<b>0.096%</b>	<b>0.050%</b>	<b>0.018%</b>	<b>0.004%</b>	<b>0.001%</b>	<b>0.001%</b>	<b>82.24%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 16. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Complessiva)

Hs(m)	calme ≤ 0.25	0.25 -	1.00 -	1.50 -	2.00 -	2.50 -	3.00 -	3.50 -	4.00 -	4.50 -	5.00 -	5.50 -	6.00 -	6.50 -	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
Tp(s)	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	-	-	-	
<= 2	1.239%	0.160%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.160%	1.399%
2 - 4	10.127%	18.982%	0.112%	0.001%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.095%	29.222%
4 - 6	5.124%	31.425%	4.818%	0.703%	0.057%	0.003%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.006%	42.130%
6 - 8	1.230%	7.012%	7.300%	5.052%	2.035%	0.612%	0.154%	0.014%	0.003%	-	-	-	-	-	-	22.183%	23.413%
8 - 10	0.041%	0.473%	0.278%	0.398%	0.659%	0.669%	0.501%	0.324%	0.164%	0.050%	0.011%	0.003%	0.001%	-	-	3.530%	3.571%
> 10	0.001%	0.031%	0.030%	0.008%	0.001%	0.005%	0.016%	0.030%	0.037%	0.046%	0.039%	0.015%	0.003%	0.001%	0.001%	0.264%	0.265%
<b>Totale</b>	<b>17.762%</b>	<b>58.082%</b>	<b>12.538%</b>	<b>6.163%</b>	<b>2.753%</b>	<b>1.289%</b>	<b>0.672%</b>	<b>0.367%</b>	<b>0.203%</b>	<b>0.096%</b>	<b>0.050%</b>	<b>0.018%</b>	<b>0.004%</b>	<b>0.001%</b>	<b>0.001%</b>	<b>82.24%</b>	<b>100.00%</b>

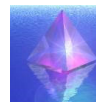
Tabella 17. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Complessiva)

Hs(m)	calme ≤ 0.25	0.25 -	1.00 -	1.50 -	2.00 -	2.50 -	3.00 -	3.50 -	4.00 -	4.50 -	5.00 -	5.50 -	6.00 -	6.50 -	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
Tm(s)	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	-	-	-	
<= 2	1.125%	0.344%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.344%	1.469%
2 - 4	14.054%	36.648%	1.731%	0.041%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.420%	52.473%
4 - 6	2.572%	20.593%	9.852%	4.587%	1.480%	0.458%	0.083%	-	-	-	-	-	-	-	-	37.052%	39.624%
6 - 8	0.008%	0.492%	0.949%	1.533%	1.268%	0.813%	0.517%	0.291%	0.118%	0.019%	0.005%	0.003%	-	-	-	6.007%	6.015%
8 - 10	0.001%	0.005%	0.007%	0.001%	0.005%	0.019%	0.072%	0.076%	0.085%	0.077%	0.045%	0.012%	0.004%	0.001%	0.001%	0.412%	0.413%
> 10	0.001%	-	-	0.001%	-	-	-	-	-	-	-	0.003%	-	-	-	0.004%	0.005%
<b>Totale</b>	<b>17.762%</b>	<b>58.082%</b>	<b>12.538%</b>	<b>6.163%</b>	<b>2.753%</b>	<b>1.289%</b>	<b>0.672%</b>	<b>0.367%</b>	<b>0.203%</b>	<b>0.096%</b>	<b>0.050%</b>	<b>0.018%</b>	<b>0.004%</b>	<b>0.001%</b>	<b>0.001%</b>	<b>82.24%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 18. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Complessiva)

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **complessiva**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da S-ONO con picco massimo nel range 240°-270°N (Figura 12);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 24.091% (2.956% calme) per il range direzionale 255°-270°N con una percentuale di calme totali (Hs<0.25m) pari al 17.762% (Tabella 16);



- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 58.082%. Risulta, inoltre, che lo 0.001% delle osservazioni corrisponde ad un'altezza massima  $H_s > 7.00m$  (Tabella 16);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (37.006% - calme 5.124%), con valori massimi maggiori di 10s (0.264% - calme 0.001%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $H_s > 7.00m$ ) è associato un periodo di picco maggiore di 10s (0.001%) (Tabella 17);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 2-4s (38.420% - calme 14.054%), con valori massimi maggiori di 10s (0.004% - calme 0.001%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $H_s > 7.00m$ ) è associato un periodo medio compreso negli intervalli 8-10s (0.001%) (Tabella 18).

PUNTO LARGO - ANALISI INVERNALE

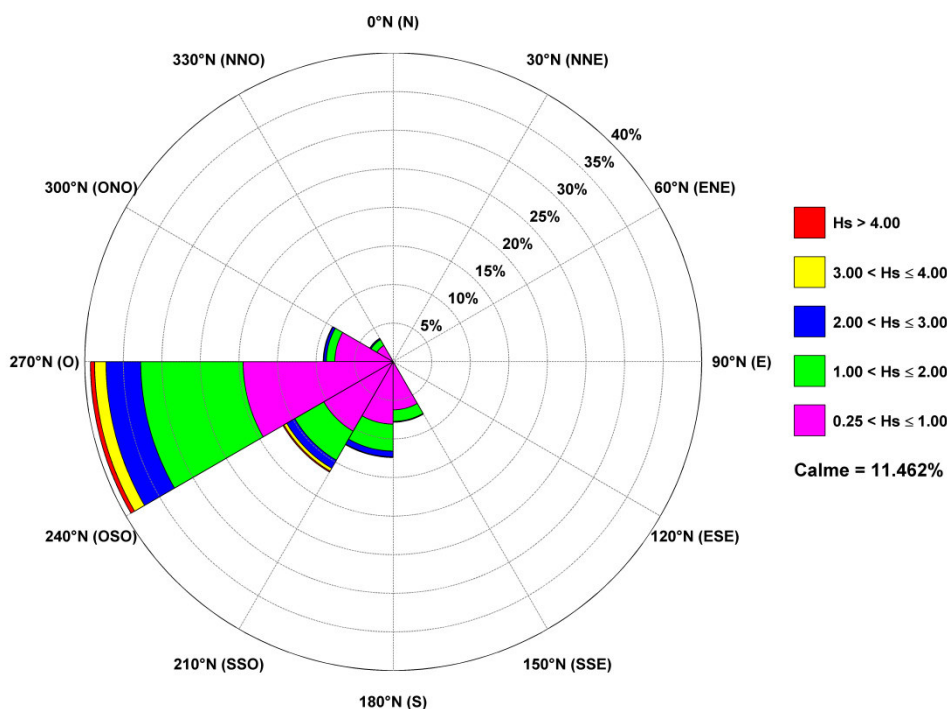
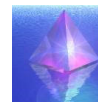


Figura 13. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_LARGO - Analisi Invernale)



Dir(°N)	Hs(m)	calme ≤ 0.25	0.25 -	1.00 -	1.50 -	2.00 -	2.50 -	3.00 -	3.50 -	4.00 -	4.50 -	5.00 -	5.50 -	6.00 -	6.50 -	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
		1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00				
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	1.376%	3.260%	0.336%	0.067%	0.015%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.679%	5.054%
165 - 180	0.606%	2.968%	0.703%	0.389%	0.067%	0.022%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.150%	4.755%
180 - 195	0.867%	4.359%	1.047%	0.471%	0.269%	0.090%	0.037%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.273%	7.140%
195 - 210	0.344%	3.716%	1.189%	0.785%	0.284%	0.105%	0.030%	0.015%	-	-	-	-	-	-	-	-	6.123%	6.467%
210 - 225	0.852%	4.882%	1.331%	0.479%	0.329%	0.097%	0.015%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.230%	8.082%
225 - 240	1.181%	5.503%	1.600%	0.927%	0.576%	0.202%	0.150%	0.157%	0.067%	0.030%	0.022%	0.037%	-	-	-	-	9.271%	10.452%
240 - 255	1.353%	8.718%	2.998%	2.363%	1.376%	0.523%	0.374%	0.239%	0.194%	0.022%	0.007%	-	-	-	-	-	16.815%	18.168%
255 - 270	2.131%	10.736%	4.411%	3.507%	1.593%	1.002%	0.508%	0.366%	0.150%	0.127%	0.037%	-	-	-	-	-	22.437%	24.568%
270 - 285	1.757%	5.413%	0.583%	0.307%	0.179%	0.075%	0.052%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.609%	8.366%
285 - 300	0.493%	2.146%	0.150%	0.067%	0.060%	0.022%	0.007%	0.007%	-	-	-	-	-	-	-	-	2.460%	2.953%
300 - 315	0.299%	1.465%	0.321%	0.202%	0.030%	0.037%	-	0.007%	0.007%	-	-	-	-	-	-	-	2.071%	2.370%
315 - 330	0.202%	0.950%	0.254%	0.112%	0.052%	0.030%	0.007%	0.007%	0.007%	-	-	-	-	-	-	-	1.421%	1.622%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>11.462%</b>	<b>54.116%</b>	<b>14.923%</b>	<b>9.675%</b>	<b>4.830%</b>	<b>2.206%</b>	<b>1.264%</b>	<b>0.815%</b>	<b>0.426%</b>	<b>0.179%</b>	<b>0.067%</b>	<b>0.037%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>88.54%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 19. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Invernale)**

Tp(s)	Hs(m)	calme ≤ 0.25	0.25 -	1.00 -	1.50 -	2.00 -	2.50 -	3.00 -	3.50 -	4.00 -	4.50 -	5.00 -	5.50 -	6.00 -	6.50 -	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
		1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00				
≤ 2	0.591%	0.075%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.075%	0.665%
2 - 4	6.288%	16.015%	0.209%	0.007%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.232%	22.520%
4 - 6	3.611%	26.916%	4.912%	1.009%	0.105%	0.007%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.950%	36.561%
6 - 8	0.927%	10.086%	9.114%	7.918%	3.454%	1.002%	0.344%	0.015%	0.007%	-	-	-	-	-	-	-	31.940%	32.867%
8 - 10	0.045%	0.950%	0.583%	0.725%	1.264%	1.189%	0.897%	0.740%	0.329%	0.052%	0.007%	-	-	-	-	-	6.736%	6.781%
> 10	-	0.075%	0.105%	0.015%	0.007%	0.007%	0.022%	0.060%	0.090%	0.127%	0.060%	0.037%	-	-	-	-	0.606%	0.606%
<b>Totale</b>	<b>11.462%</b>	<b>54.116%</b>	<b>14.923%</b>	<b>9.675%</b>	<b>4.830%</b>	<b>2.206%</b>	<b>1.264%</b>	<b>0.815%</b>	<b>0.426%</b>	<b>0.179%</b>	<b>0.067%</b>	<b>0.037%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>88.54%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 20. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Invernale)**

Tm(s)	Hs(m)	calme ≤ 0.25	0.25 -	1.00 -	1.50 -	2.00 -	2.50 -	3.00 -	3.50 -	4.00 -	4.50 -	5.00 -	5.50 -	6.00 -	6.50 -	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
		1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00				
≤ 2	0.680%	0.202%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.202%	0.882%
2 - 4	8.613%	32.157%	1.742%	0.067%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.966%	42.579%
4 - 6	2.161%	20.650%	11.477%	7.043%	2.692%	0.890%	0.202%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.953%	45.114%
6 - 8	-	1.092%	1.690%	2.564%	2.116%	1.264%	0.950%	0.740%	0.344%	0.030%	0.015%	-	-	-	-	-	10.804%	10.804%
8 - 10	0.007%	0.015%	0.015%	-	0.022%	0.052%	0.112%	0.075%	0.082%	0.150%	0.052%	0.030%	-	-	-	-	0.606%	0.613%
> 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007%	-	-	-	-	0.007%	0.007%
<b>Totale</b>	<b>11.462%</b>	<b>54.116%</b>	<b>14.923%</b>	<b>9.675%</b>	<b>4.830%</b>	<b>2.206%</b>	<b>1.264%</b>	<b>0.815%</b>	<b>0.426%</b>	<b>0.179%</b>	<b>0.067%</b>	<b>0.037%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>88.54%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 21. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Invernale)**

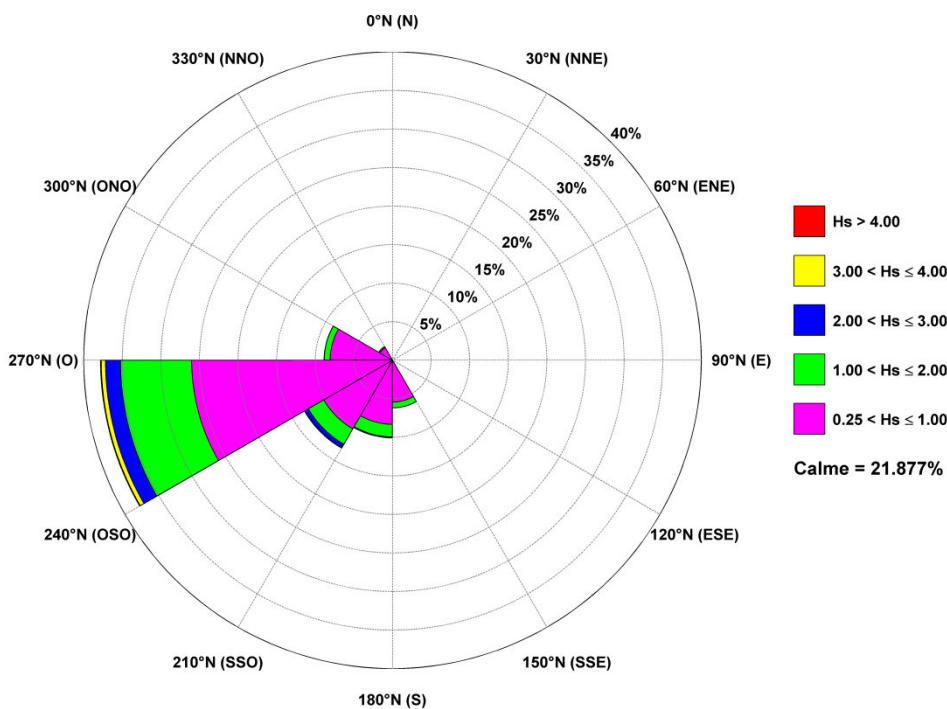
Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi *invernale*, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da S-ONO con picco massimo nel range 240°-270°N (Figura 13);



- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 22.437% (2.131% calme) per il range direzionale 255°-270N, con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari all'11.462% (Tabella 19);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 54.116. Risulta, inoltre, che lo 0.037% delle osservazioni invernali corrisponde ad un'altezza massima  $5.50 < H_s < 6.00m$  (Tabella 19);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (32.950% - calme 3.611%), con valori massimi maggiori di 10s (0.007%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $5.50 < H_s < 6.00m$ ) è associato un periodo di picco maggiore di 10s (0.037%) (Tabella 20);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (42.953% - calme 2.161%), con valori massimi maggiori di 10s (0.007%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $5.50 < H_s < 6.00m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 8-10s (0.030%) e maggiore di 10s (0.007%) (Tabella 21).

PUNTO LARGO - ANALISI PRIMAVERILE



**Figura 14. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_LARGO - Analisi Primavera)**



Hs(m) \ Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	5.00 - 5.50	5.50 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	1.864%	2.405%	0.256%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.660%	4.524%
165 - 180	1.647%	3.014%	0.344%	0.152%	0.010%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.632%	5.168%
180 - 195	1.505%	4.313%	0.802%	0.241%	0.044%	0.030%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.429%	6.934%
195 - 210	1.082%	3.988%	0.497%	0.093%	0.049%	0.005%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.632%	5.714%
210 - 225	1.608%	4.942%	0.511%	0.241%	0.054%	0.010%	0.005%	-	-	-	-	-	-	-	-	5.763%	7.371%
225 - 240	1.554%	5.330%	0.988%	0.565%	0.334%	0.123%	0.044%	0.005%	0.010%	-	-	-	-	-	-	7.401%	8.955%
240 - 255	2.301%	9.648%	1.957%	0.900%	0.443%	0.221%	0.128%	0.108%	0.015%	0.005%	-	-	-	-	-	13.424%	15.726%
255 - 270	3.885%	16.355%	4.298%	2.075%	0.792%	0.477%	0.241%	0.074%	0.015%	0.030%	0.020%	-	0.010%	-	-	24.385%	28.270%
270 - 285	3.998%	6.471%	0.595%	0.064%	0.020%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.150%	11.148%
285 - 300	1.451%	1.598%	0.084%	0.025%	0.005%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.711%	3.162%
300 - 315	0.708%	1.062%	0.054%	0.010%	0.015%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.141%	1.849%
315 - 330	0.275%	0.802%	0.034%	0.049%	0.015%	0.005%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.905%	1.180%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>21.877%</b>	<b>59.928%</b>	<b>10.420%</b>	<b>4.416%</b>	<b>1.780%</b>	<b>0.870%</b>	<b>0.418%</b>	<b>0.187%</b>	<b>0.039%</b>	<b>0.034%</b>	<b>0.020%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.010%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>78.12%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 22. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Primaveraile)

Hs(m) \ Tp(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	5.00 - 5.50	5.50 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	1.854%	0.216%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.216%	2.070%
2 - 4	11.846%	18.121%	0.044%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.165%	30.011%
4 - 6	6.589%	33.517%	3.752%	0.403%	0.010%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.682%	44.271%
6 - 8	1.544%	7.538%	6.417%	3.614%	1.239%	0.354%	0.054%	0.010%	0.005%	-	-	-	-	-	-	19.232%	20.776%
8 - 10	0.044%	0.502%	0.192%	0.393%	0.531%	0.516%	0.349%	0.162%	0.025%	0.025%	0.010%	-	0.005%	-	-	2.709%	2.754%
> 10	-	0.034%	0.015%	0.005%	-	-	0.015%	0.015%	0.010%	0.010%	0.010%	-	0.005%	-	-	0.118%	0.118%
<b>Totale</b>	<b>21.877%</b>	<b>59.928%</b>	<b>10.420%</b>	<b>4.416%</b>	<b>1.780%</b>	<b>0.870%</b>	<b>0.418%</b>	<b>0.187%</b>	<b>0.039%</b>	<b>0.034%</b>	<b>0.020%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.010%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>78.12%</b>	<b>100.00%</b>

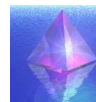
Tabella 23. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Primaveraile)

Hs(m) \ Tm(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	5.00 - 5.50	5.50 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	1.647%	0.433%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.433%	2.080%
2 - 4	17.004%	36.787%	1.239%	0.015%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.041%	55.045%
4 - 6	3.216%	22.310%	8.335%	3.245%	0.841%	0.211%	0.010%	-	-	-	-	-	-	-	-	34.953%	38.169%
6 - 8	0.010%	0.388%	0.846%	1.151%	0.939%	0.644%	0.344%	0.103%	0.015%	-	-	-	-	-	-	4.431%	4.440%
8 - 10	-	0.010%	-	0.005%	-	0.015%	0.064%	0.084%	0.025%	0.034%	0.020%	-	0.010%	-	-	0.266%	0.266%
> 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>21.877%</b>	<b>59.928%</b>	<b>10.420%</b>	<b>4.416%</b>	<b>1.780%</b>	<b>0.870%</b>	<b>0.418%</b>	<b>0.187%</b>	<b>0.039%</b>	<b>0.034%</b>	<b>0.020%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.010%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>78.12%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 24. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Primaveraile)

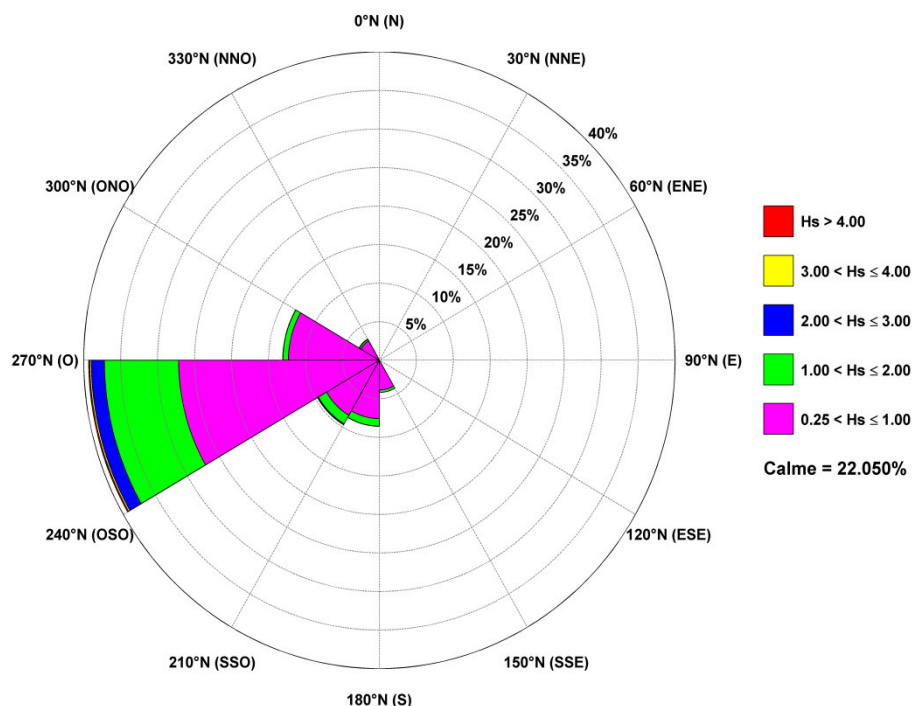
Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **primaverile**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da S-ONO con picco massimo nel range 240°-270°N (Figura 14);



- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 24.385% (6.589% calme) per il range direzionale 255-270°, con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 21.887% (Tabella 22);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 29.928%,. Risulta, inoltre, che lo 0.010% delle osservazioni corrisponde ad un'altezza massima  $6.00 < H_s < 6.50m$  (Tabella 22);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (37.682% - calme 4.238%), con valori massimi maggiori di 10s (0.118%). Alle caratteristiche ondamiche massime ( $6.00 < H_s < 6.50m$ ) è associato un periodo di picco compreso nel range 8-10s (0.005%) e maggiore di 10s (0.005%) (Tabella 23);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 2-4s (38.041% - calme 17.004%), con valori massimi nel range 8-10s (0.266%). Alle caratteristiche ondamiche massime ( $6.00 < H_s < 6.50m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 8-10s (0.010%) (Tabella 24).

PUNTO LARGO - ANALISI ESTIVA



**Figura 15. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_LARGO - Analisi Estiva)**



Hs(m) \ Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	5.00 - 5.50	5.50 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	1.444%	1.503%	0.017%	0.004%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.524%	2.968%
165 - 180	0.940%	2.346%	0.233%	0.068%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.647%	3.587%
180 - 195	1.215%	3.540%	0.326%	0.080%	0.013%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.959%	5.175%
195 - 210	0.737%	4.023%	0.479%	0.093%	0.008%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.603%	5.340%
210 - 225	0.965%	4.374%	0.462%	0.089%	0.038%	0.013%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.976%	5.941%
225 - 240	1.232%	3.862%	0.508%	0.224%	0.068%	0.021%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.683%	5.916%
240 - 255	2.469%	7.770%	1.385%	0.525%	0.148%	0.080%	0.017%	0.030%	0.013%	0.013%	-	-	-	-	-	9.981%	12.450%
255 - 270	3.781%	19.378%	5.327%	2.808%	1.093%	0.445%	0.136%	0.030%	0.093%	0.030%	-	-	-	-	-	29.337%	33.119%
270 - 285	5.454%	9.418%	0.529%	0.131%	0.034%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.112%	15.566%
285 - 300	2.342%	2.884%	0.064%	0.013%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.960%	5.302%
300 - 315	1.029%	1.757%	0.085%	0.021%	0.021%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.884%	2.913%
315 - 330	0.440%	1.135%	0.093%	0.025%	0.021%	0.004%	-	0.004%	-	-	-	-	-	-	-	1.283%	1.723%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>22.050%</b>	<b>61.990%</b>	<b>9.507%</b>	<b>4.082%</b>	<b>1.444%</b>	<b>0.563%</b>	<b>0.152%</b>	<b>0.064%</b>	<b>0.106%</b>	<b>0.042%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>77.95%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 25. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Estiva)

Hs(m) \ Tp(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	5.00 - 5.50	5.50 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	1.516%	0.229%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.229%	1.745%
2 - 4	13.614%	23.036%	0.030%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.066%	36.680%
4 - 6	5.679%	32.954%	3.227%	0.364%	0.013%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.557%	42.236%
6 - 8	1.181%	5.564%	6.030%	3.477%	1.088%	0.263%	0.034%	0.008%	-	-	-	-	-	-	-	16.464%	17.646%
8 - 10	0.055%	0.186%	0.207%	0.233%	0.343%	0.296%	0.114%	0.055%	0.102%	0.038%	-	-	-	-	-	1.575%	1.630%
> 10	0.004%	0.021%	0.013%	0.008%	-	0.004%	0.004%	-	0.004%	0.004%	-	-	-	-	-	0.059%	0.064%
<b>Totale</b>	<b>22.050%</b>	<b>61.990%</b>	<b>9.507%</b>	<b>4.082%</b>	<b>1.444%</b>	<b>0.563%</b>	<b>0.152%</b>	<b>0.064%</b>	<b>0.106%</b>	<b>0.042%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>77.95%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 26. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Estiva)

Hs(m) \ Tm(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	5.00 - 5.50	5.50 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	1.376%	0.453%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.453%	1.829%
2 - 4	18.264%	40.991%	0.898%	0.008%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.897%	60.161%
4 - 6	2.393%	20.220%	7.855%	2.850%	0.580%	0.148%	0.008%	-	-	-	-	-	-	-	-	31.662%	34.055%
6 - 8	0.013%	0.326%	0.741%	1.220%	0.864%	0.415%	0.144%	0.059%	0.042%	-	-	-	-	-	-	3.811%	3.824%
8 - 10	-	-	0.013%	-	-	-	-	0.004%	0.064%	0.042%	-	-	-	-	-	0.123%	0.123%
> 10	0.004%	-	-	0.004%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004%	0.008%
<b>Totale</b>	<b>22.050%</b>	<b>61.990%</b>	<b>9.507%</b>	<b>4.082%</b>	<b>1.444%</b>	<b>0.563%</b>	<b>0.152%</b>	<b>0.064%</b>	<b>0.106%</b>	<b>0.042%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>77.95%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 27. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Estiva)

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **estiva**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da S-ONO con picco massimo nel range 255°-270°N (Figura 15);





- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 29.337% (3.781% calme) per il range direzionale 255°-270°N, con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 22.050% (Tabella 25);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 61.990%. Risulta, inoltre, che lo 0.062% delle osservazioni estive corrisponde ad un'altezza massima  $4.50 < H_s < 5.00m$  (Tabella 25);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 4-6s (36.557% - calme 5.679%), con valori massimi maggiori di 10s (0.059% - calme 0.004%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $4.50 < H_s < 5.00m$ ) è associato un periodo di picco compreso negli intervalli 8-10s (0.038%) e maggiore di 10s (0.004%) (Tabella 26);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nell'intervallo 2-4s (41.897% - calme 18.264%), con valori massimi maggiori di 10s (0.004% - calme 0.004%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $4.50 < H_s < 5.00m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 8-10s (0.042%) (Tabella 27).

PUNTO LARGO - ANALISI AUTUNNALE

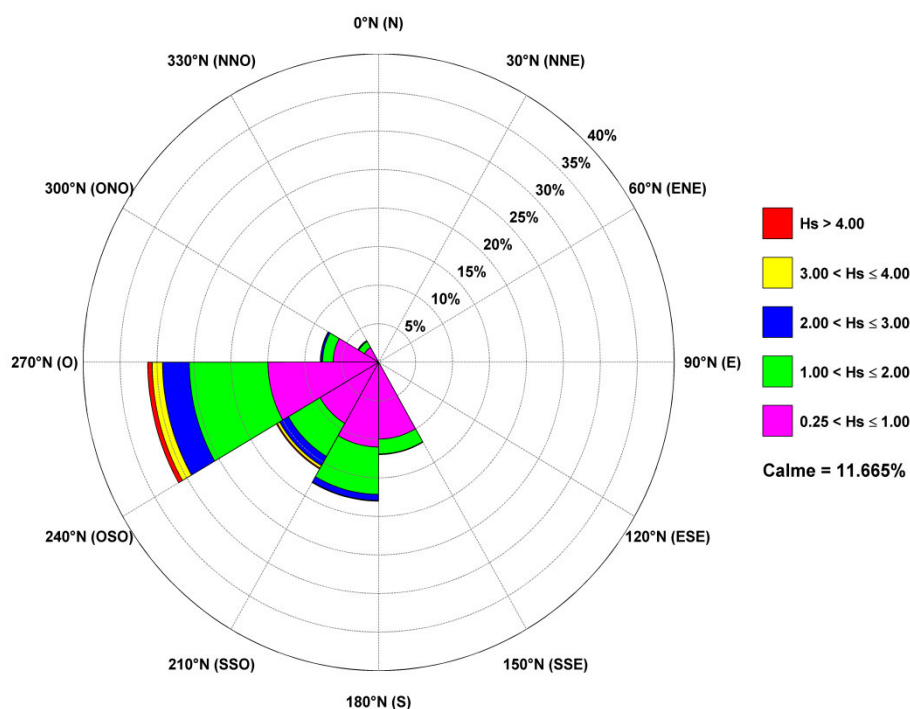


Figura 16. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_LARGO - Analisi Autunnale)



Hs(m) \ Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	5.00 - 5.50	5.50 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	1.756%	4.873%	1.023%	0.097%	0.012%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.005%	7.761%
165 - 180	0.944%	5.079%	0.648%	0.170%	0.048%	0.018%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.963%	6.907%
180 - 195	1.011%	5.884%	2.185%	0.666%	0.224%	0.067%	0.018%	-	-	-	-	-	-	-	-	9.044%	10.055%
195 - 210	0.841%	5.103%	2.312%	0.975%	0.387%	0.115%	0.067%	-	-	-	-	-	-	-	-	8.959%	9.801%
210 - 225	1.180%	4.867%	1.308%	0.739%	0.291%	0.200%	0.073%	0.024%	0.006%	-	-	-	-	-	-	7.507%	8.687%
225 - 240	0.987%	4.286%	1.858%	1.041%	0.617%	0.272%	0.176%	0.085%	0.036%	0.048%	0.042%	0.006%	-	-	0.006%	8.475%	9.462%
240 - 255	1.647%	7.252%	2.742%	1.707%	0.956%	0.448%	0.321%	0.145%	0.048%	0.030%	0.012%	0.018%	-	-	-	13.681%	15.328%
255 - 270	1.302%	7.724%	3.765%	2.434%	1.356%	0.860%	0.575%	0.363%	0.266%	0.097%	0.091%	0.024%	0.006%	0.006%	-	17.568%	18.869%
270 - 285	1.102%	4.455%	0.835%	0.236%	0.139%	0.042%	0.006%	0.042%	0.006%	-	-	-	-	-	-	5.763%	6.865%
285 - 300	0.442%	1.701%	0.260%	0.103%	0.048%	0.012%	-	-	-	0.006%	-	-	-	-	-	2.131%	2.573%
300 - 315	0.357%	1.483%	0.272%	0.206%	0.024%	0.012%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.998%	2.355%
315 - 330	0.097%	0.726%	0.339%	0.073%	0.036%	0.054%	0.012%	-	-	-	-	-	-	-	-	1.241%	1.338%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>11.665%</b>	<b>53.435%</b>	<b>17.549%</b>	<b>8.445%</b>	<b>4.141%</b>	<b>2.101%</b>	<b>1.247%</b>	<b>0.660%</b>	<b>0.363%</b>	<b>0.182%</b>	<b>0.145%</b>	<b>0.048%</b>	<b>0.006%</b>	<b>0.006%</b>	<b>0.006%</b>	<b>88.33%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 28. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_LARGO - Analisi Autunnale)**

Hs(m) \ Tp(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	5.00 - 5.50	5.50 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	0.611%	0.061%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.061%	0.672%
2 - 4	6.132%	16.647%	0.236%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.884%	23.016%
4 - 6	3.753%	30.317%	8.330%	1.308%	0.139%	0.006%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.099%	43.853%
6 - 8	1.156%	5.945%	8.735%	6.756%	3.221%	1.114%	0.297%	0.024%	-	-	-	-	-	-	-	26.091%	27.247%
8 - 10	0.012%	0.460%	0.236%	0.375%	0.781%	0.969%	0.920%	0.569%	0.291%	0.097%	0.030%	0.012%	-	-	-	4.740%	4.752%
> 10	-	0.006%	0.012%	0.006%	-	0.012%	0.030%	0.067%	0.073%	0.085%	0.115%	0.036%	0.006%	0.006%	0.006%	0.460%	0.460%
<b>Totale</b>	<b>11.665%</b>	<b>53.435%</b>	<b>17.549%</b>	<b>8.445%</b>	<b>4.141%</b>	<b>2.101%</b>	<b>1.247%</b>	<b>0.660%</b>	<b>0.363%</b>	<b>0.182%</b>	<b>0.145%</b>	<b>0.048%</b>	<b>0.006%</b>	<b>0.006%</b>	<b>0.006%</b>	<b>88.33%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 29. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_LARGO - Analisi Autunnale)**

Hs(m) \ Tm(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	5.00 - 5.50	5.50 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 7.00	> 7.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	0.484%	0.194%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.194%	0.678%
2 - 4	8.808%	33.906%	3.517%	0.097%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.520%	46.328%
4 - 6	2.367%	18.966%	13.257%	6.732%	2.573%	0.854%	0.182%	-	-	-	-	-	-	-	-	42.563%	44.930%
6 - 8	0.006%	0.369%	0.775%	1.616%	1.562%	1.223%	0.914%	0.490%	0.170%	0.061%	0.012%	0.012%	-	-	-	7.204%	7.210%
8 - 10	-	-	-	-	0.006%	0.024%	0.151%	0.170%	0.194%	0.121%	0.133%	0.030%	0.006%	0.006%	0.006%	0.848%	0.848%
> 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006%	-	-	-	0.006%	0.006%
<b>Totale</b>	<b>11.665%</b>	<b>53.435%</b>	<b>17.549%</b>	<b>8.445%</b>	<b>4.141%</b>	<b>2.101%</b>	<b>1.247%</b>	<b>0.660%</b>	<b>0.363%</b>	<b>0.182%</b>	<b>0.145%</b>	<b>0.048%</b>	<b>0.006%</b>	<b>0.006%</b>	<b>0.006%</b>	<b>88.33%</b>	<b>100.00%</b>

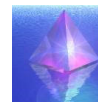
**Tabella 30. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_LARGO - Analisi Autunnale)**

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **autunnale**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da SSE-O con picco massimo nel range 240°-270°N (Figura 16);



- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 17.568% (1.302% calme) per il range direzionale 255°-270°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari all'11.655% (Tabella 28);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 53.435. Risulta, inoltre, che lo 0.006% delle osservazioni appartiene ad un'altezza massima  $H_s > 7.00m$  (Tabella 28);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica si verifica nel range 4-6s (40.099% - calme 3.753%), con valori massimi maggiori di 10s (0.006%). Alle caratteristiche ondametriche massime ( $H_s > 7.00m$ ) è associato un periodo di picco maggiore di 10s (0.006%) (Tabella 29)
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica si verifica nel range 4-6s (42.563% - calme 2.367%), con valori massimi maggiori di 10s (0.006%). Alle caratteristiche ondametriche massime ( $H_s > 7.00m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 8-10s (0.006%) (Tabella 30).



## 8. PROPAGAZIONE DEL MOTO ONDO SO SOTTOCOSTA

La corretta descrizione delle trasformazioni che le onde subiscono in prossimità della costa risulta fondamentale per la comprensione dei processi di idrodinamica e morfodinamica costiera e per l'eventuale progettazione o verifica delle opere marittime.

Nel movimento dal largo verso costa, l'onda subisce modifiche di forma, altezza, direzione e celerità in conseguenza di fenomeni quali lo shoaling, la rifrazione, la diffrazione, la riflessione e il frangimento, associati a fenomeni non-lineari dovuti alle interazioni fra le stesse onde e tra le onde e le correnti.

Per questi motivi, nel presente studio meteomarinario si è stabilito di valutare la propagazione del clima ondoso da largo verso riva in corrispondenza della zona oggetto di intervento, mediante l'applicazione del modello numerico SWAN, acronimo di Simulating WAVes Nearshore, sviluppato dal Dipartimento di Meccanica dei Fluidi dell'Università di Delft.

Lo SWAN permette di ottenere stime reali dei parametri d'onda in aree costiere, laghi ed estuari una volta note le condizioni del fondo, del vento e delle correnti. In particolare, l'algoritmo simula lo sviluppo degli spettri d'onda che viaggiano da acque profonde verso acque poco profonde, come nel caso del moto ondoso che si propaga verso riva ed è possibile rappresentare molteplici processi di propagazione, generazione e dissipazione di un'onda:

- propagazione lungo lo spazio geografico;
- rifrazione dovuta a variazioni del fondale marino e della corrente;
- shoaling dovuto a variazioni del fondale marino e della corrente;
- bloccaggio e riflessione da parte di correnti in direzione opposta;
- trasmissione, bloccaggio o riflessione da parte di ostacoli.
- generazione dovuta al vento;
- dissipazione dovuta alla rottura in cresta (whitecapping);
- dissipazione dovuta alla rottura d'onda indotta dalla profondità;
- dissipazione dovuta all'attrito sul fondo;
- interazioni onda-onda (quadruple e triple);
- diffrazione a tergo di ostacoli.

Tale modello può essere utilizzato in condizioni sia stazionarie sia non stazionarie, considerando coordinate cartesiane (nel caso di piccole scale) o sferiche (nel caso di piccole e grandi scale).

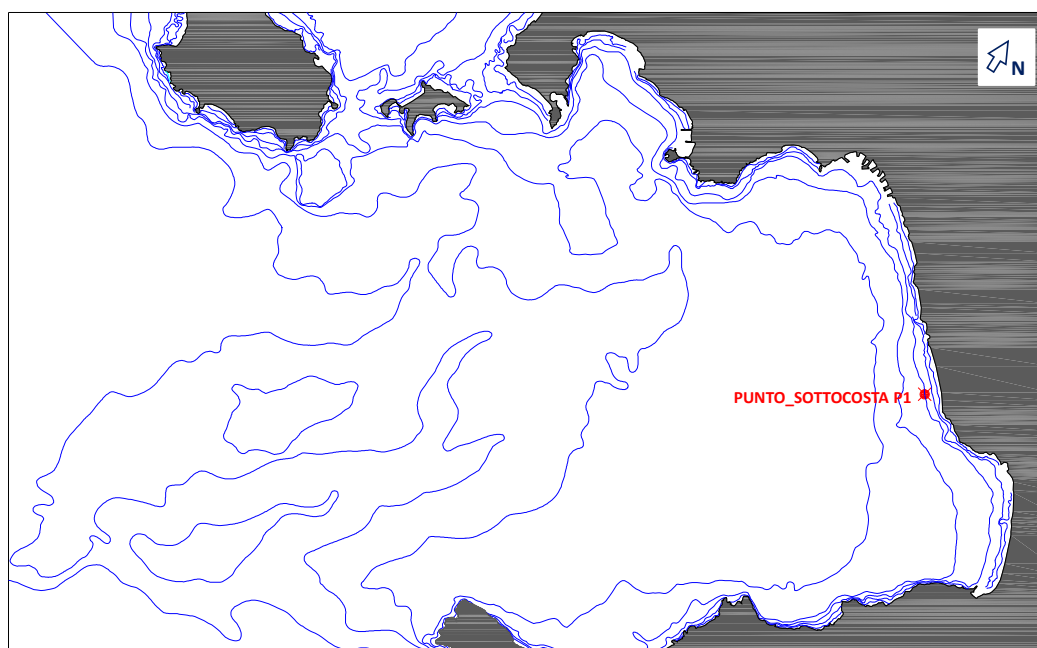
Il moto ondoso è descritto attraverso la densità d'azione spettrale dell'onda bidimensionale anche quando sono presenti fenomeni non lineari (ad esempio nella zona dei frangenti). La ragione fondamentale per l'utilizzo dello spettro anche in condizioni fortemente non lineari è che, anche in tali condizioni, è possibile definire con buona accuratezza la distribuzione spettrale del momento del secondo ordine delle onde (sebbene esso non è sufficiente per descrivere le onde da un punto di vista statistico).



Il primo passo nello studio di propagazione del clima ondoso da largo verso riva con il modello SWAN ha riguardato la preparazione di una griglia di calcolo innestata sulla batimetria in corrispondenza del paraggio del Golfo di Napoli. La modellazione del fondale marino è stata realizzata digitizzando la carta nautica dell'Istituto Idrografico della Marina corrispondente al tratto di costa interessato dall'intervento (Figura 17), effettuando un'interpolazione per triangolazione sulle batimetriche rilevate per avere tutti i valori di tutte le profondità nella griglia di calcolo considerata.

Al fine di coprire in maniera significativa tutta l'area, è stata utilizzata una griglia di calcolo rettangolare avente dimensioni 56000 m in lunghezza e di 34500 m in larghezza, con un numero di maglie pari rispettivamente a 561 in X e 346 in Y, aventi ciascuna dimensioni 100m x 100 m, che si estendono a partire da profondità di circa 1000 m, nella condizione di acque profonde ( $d/L > 0.5$ ) per tutti gli attacchi ondosi, fino a terra.

Sui limiti della griglia di calcolo lato mare (Nord, Sud ed Ovest) sono state effettuate le propagazioni degli stati di mare da largo a sottocosta, con particolare attenzione alla definizione del clima ondoso in corrispondenza di un punto sottocosta (P1) rappresentativo del tratto costiero oggetto di studio, posto circa alla batimetrica -20 m, ai fini di una caratterizzazione esaustiva del clima meteomarinario medio.



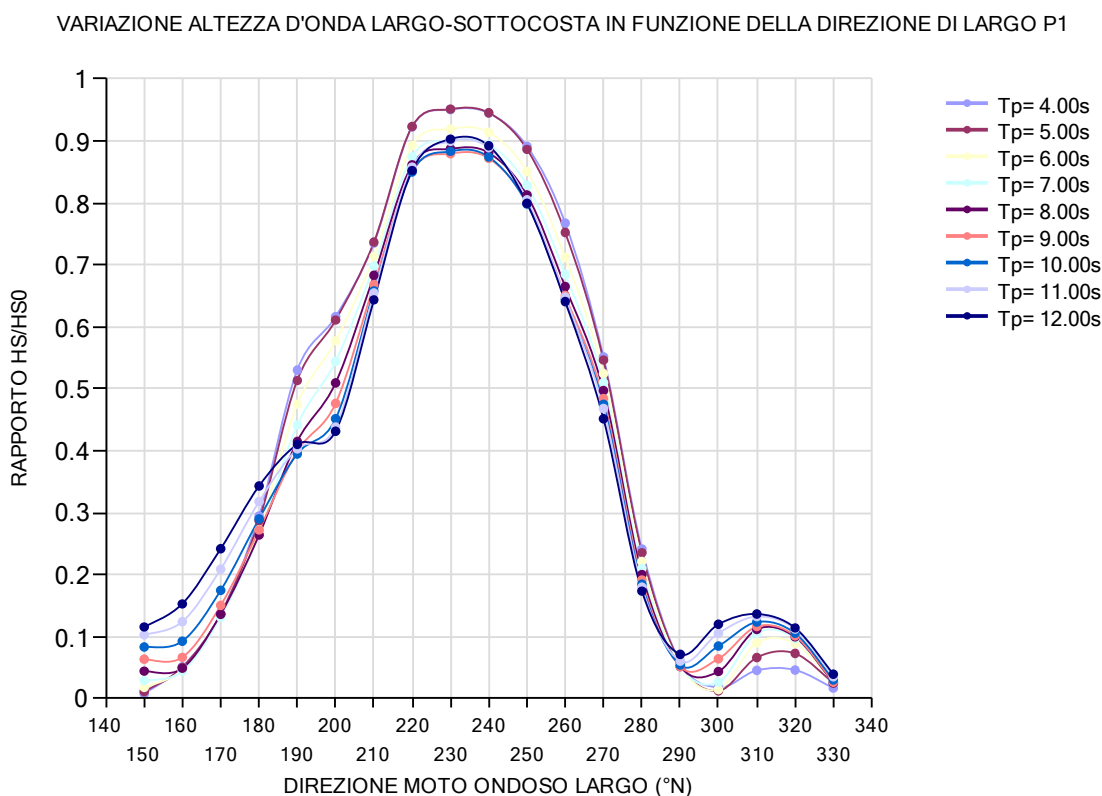
**Figura 17. Carta Batimetrica Golfo di Napoli**

Le onde propagate con lo SWAN vengono definite da un valore di altezza d'onda,  $H_s$ , di periodo di picco,  $T_p$ , e di direzione di provenienza rispetto al Nord Cartografico ricadenti nel settore di traversia  $150^\circ$ - $330^\circ$ N del paraggio del Golfo di Napoli. I 171 piani d'onda realizzati, hanno permesso di costruire un data-base mediante il quale è stato possibile calcolare la propagazione nel

PUNTO\_SOTTOCOSTA P1 dell'intera serie storica trasposta al largo del golfo di Napoli dalla boa ondometrica di Ponza.

Nelle propagazioni effettuate con lo SWAN è stato utilizzato uno classico spettro di tipo Jonswap con  $\gamma$  (coefficiente di picco dello spettro) = 3.3, assumendo un range di direzioni spettrali pari a 180°, una frequenza minima dello spettro,  $f_1 = 0.01$  Hz, e una frequenza massima,  $f_2 = 0.5$  Hz. Il frangimento del moto ondoso per raggiunto limite di profondità è stato definito nell'input del programma in base al rapporto limite  $H_s/d = 0.78$ , in cui  $d$  è la profondità.

Per il PUNTO\_SOTTOCOSTA P1, la Figure 18 riporta in forma grafica l'andamento del coefficiente  $K$  ( $K = K_r \cdot K_s$  con  $K_r$  coefficiente di rifrazione e  $K_s$  coefficiente di shoaling) rispetto alla direzione di incidenza al largo e la corrispondenza tra le direzioni del moto ondoso al largo ed i corrispondenti valori di direzione calcolati a riva.



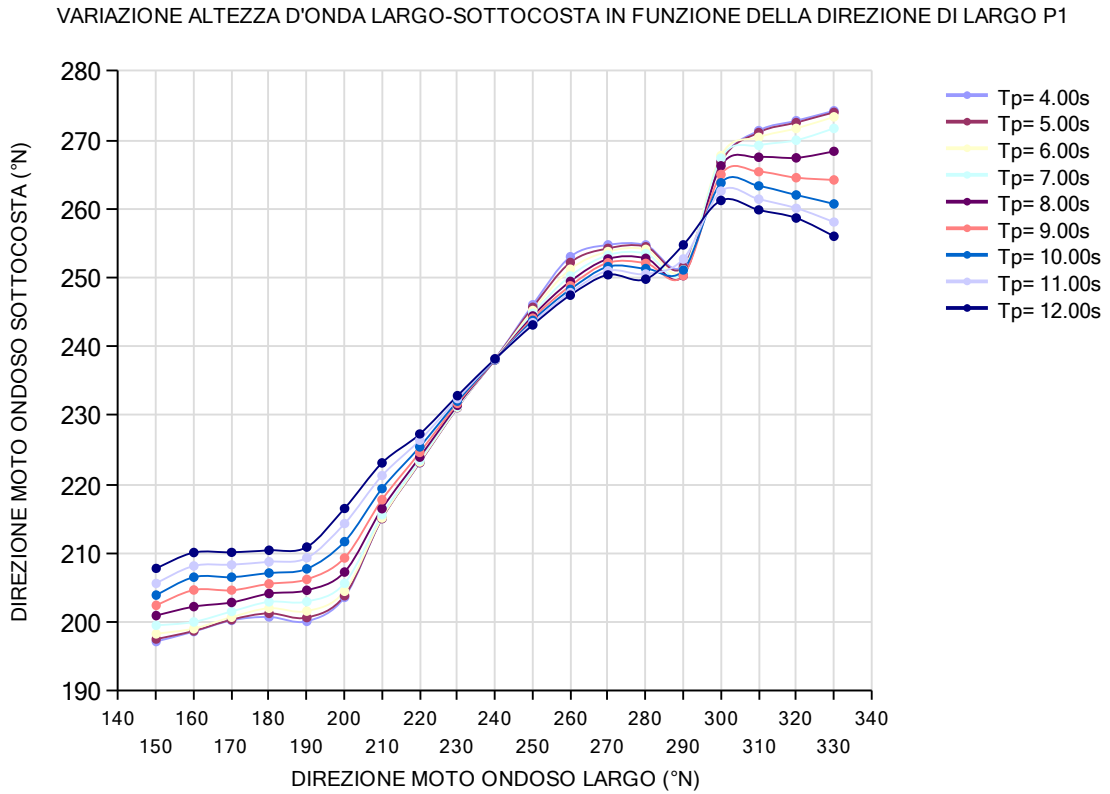
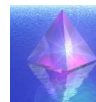


Figura 18. Diagrammi propagazione moto ondoso largo-costa (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1)



## 9. CARATTERIZZAZIONE DEL MOTO ONDOSO MEDIO (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1)

Allo scopo di individuare le caratteristiche del clima ondoso nel punto di interesse (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1), posizionato nel Golfo di Napoli, i dati determinati attraverso la metodologia di trasposizione descritta in precedenza, sono stati suddivisi per classi di altezza d'onda significativa, direzione di provenienza, periodo di picco e medio, in modo tale da poter calcolare la frequenza di accadimento media annua.

Inoltre, al fine di ottenere risultati di maggior dettaglio rispetto agli scopi del presente studio, tale analisi è stata condotta anche a scala stagionale in modo tale da sviluppare una migliore caratterizzazione ondometrica dei singoli periodi annuali (Invernale, Primaverile, Estiva, Autunnale).

I risultati di tale elaborazione sono stati sintetizzati nei grafici e tabelle di seguito riportate.

### PUNTO\_SOTTOCOSTA P1 - ANALISI COMPLESSIVA

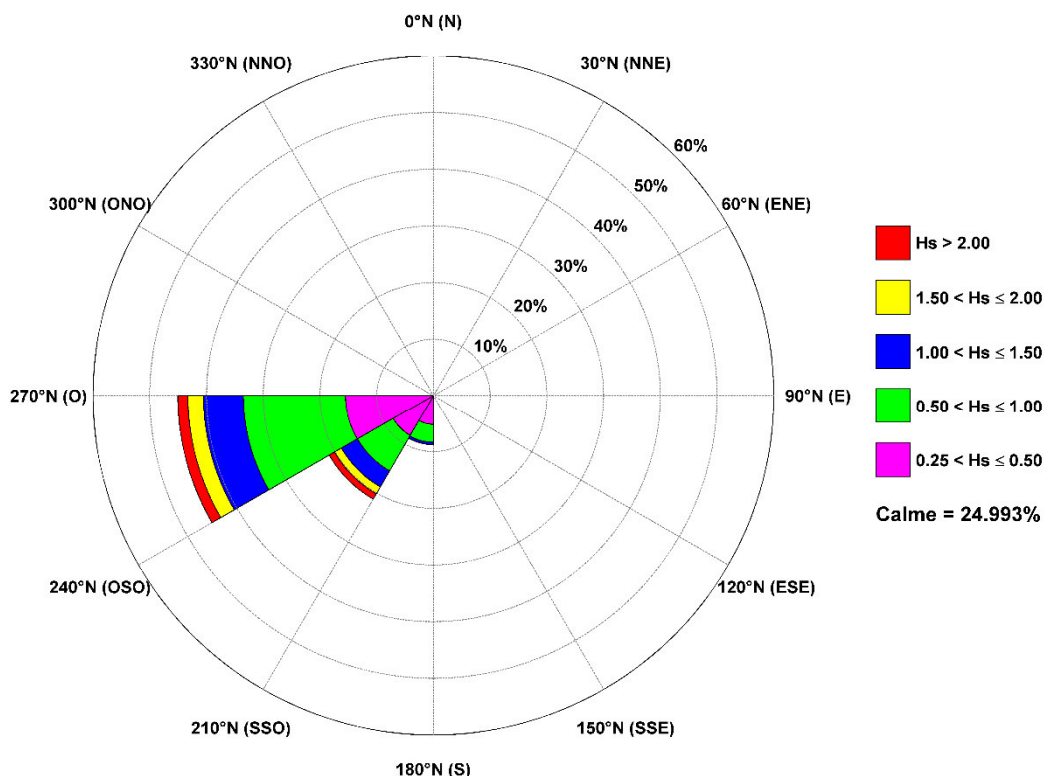


Figura 19. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Complessiva)





Hs(m) \ Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
165 - 180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
180 - 195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
195 - 210	7.947%	8.323%	0.418%	0.023%	-	-	-	-	-	-	-	8.764%	16.712%
210 - 225	1.771%	6.792%	0.962%	0.283%	0.109%	0.020%	0.004%	-	-	-	-	8.170%	9.941%
225 - 240	2.052%	8.655%	2.302%	1.132%	0.473%	0.242%	0.125%	0.047%	0.029%	0.018%	0.008%	13.031%	15.083%
240 - 255	9.790%	33.451%	7.027%	2.750%	1.073%	0.491%	0.178%	0.029%	0.008%	-	-	45.006%	54.797%
255 - 270	1.575%	0.035%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.035%	1.611%
270 - 285	1.857%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	1.857%
285 - 300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
300 - 315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
315 - 330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>24.993%</b>	<b>57.255%</b>	<b>10.709%</b>	<b>4.189%</b>	<b>1.656%</b>	<b>0.753%</b>	<b>0.307%</b>	<b>0.076%</b>	<b>0.037%</b>	<b>0.018%</b>	<b>0.008%</b>	<b>75.01%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 31. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Complessiva)

Hs(m) \ Tp(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	2.946%	1.499%	0.004%	-	-	-	-	-	-	-	-	1.503%	4.449%
4 - 6	18.881%	40.151%	2.138%	0.270%	0.004%	-	-	-	-	-	-	42.563%	61.444%
6 - 8	2.797%	13.969%	6.546%	1.947%	0.424%	0.074%	0.004%	-	-	-	-	22.964%	25.761%
8 - 10	0.367%	1.589%	1.992%	1.968%	1.212%	0.629%	0.256%	0.059%	0.020%	0.004%	-	7.728%	8.096%
> 10	0.002%	0.047%	0.029%	0.004%	0.016%	0.049%	0.047%	0.018%	0.018%	0.014%	0.008%	0.248%	0.250%
<b>Totale</b>	<b>24.993%</b>	<b>57.255%</b>	<b>10.709%</b>	<b>4.189%</b>	<b>1.656%</b>	<b>0.753%</b>	<b>0.307%</b>	<b>0.076%</b>	<b>0.037%</b>	<b>0.018%</b>	<b>0.008%</b>	<b>75.01%</b>	<b>100.00%</b>

Tabella 32. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Complessiva)

Hs(m) \ Tm(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	8.817%	6.554%	0.047%	-	-	-	-	-	-	-	-	6.601%	15.418%
4 - 6	14.376%	44.222%	4.802%	0.741%	0.065%	0.006%	-	-	-	-	-	49.836%	64.212%
6 - 8	1.747%	6.229%	5.750%	3.333%	1.257%	0.397%	0.123%	0.016%	-	-	-	17.104%	18.852%
8 - 10	0.053%	0.242%	0.108%	0.115%	0.330%	0.340%	0.176%	0.055%	0.033%	0.006%	0.004%	1.409%	1.462%
> 10	-	0.008%	0.002%	-	0.004%	0.010%	0.008%	0.006%	0.004%	0.012%	0.004%	0.057%	0.057%
<b>Totale</b>	<b>24.993%</b>	<b>57.255%</b>	<b>10.709%</b>	<b>4.189%</b>	<b>1.656%</b>	<b>0.753%</b>	<b>0.307%</b>	<b>0.076%</b>	<b>0.037%</b>	<b>0.018%</b>	<b>0.008%</b>	<b>75.01%</b>	<b>100.00%</b>

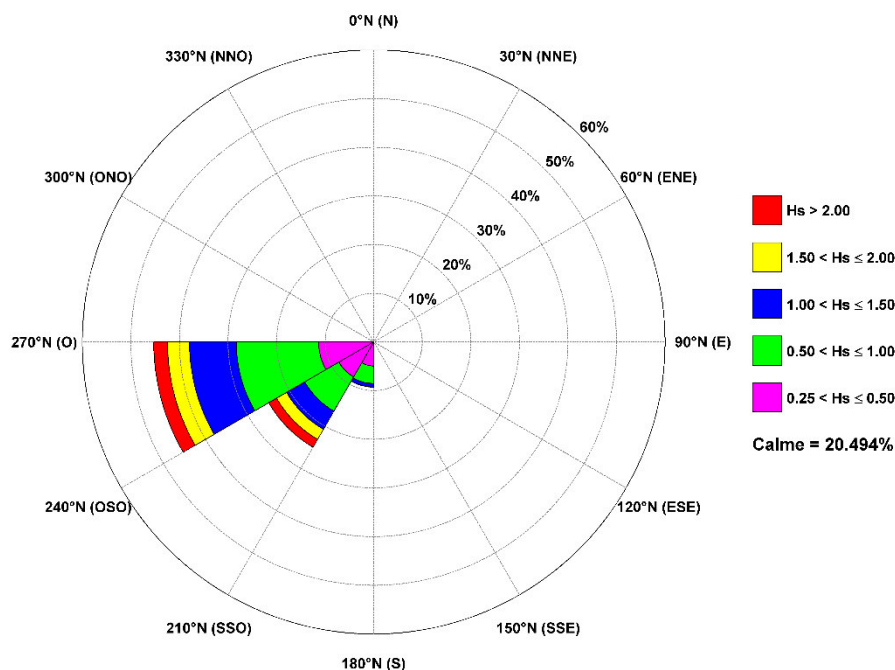
Tabella 33. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Complessiva)



Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **complessiva**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da S-O con picco massimo nel range 240°-270°N (Figura 19);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 45.006% (1.302% calme) per il range direzionale 240°-255°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25\text{m}$ ) pari al 24.933% (Tabella 31);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 57.255. Risulta, inoltre, che lo 0.008% delle osservazioni appartiene ad un'altezza massima  $H_s > 5.00\text{m}$  (Tabella 31);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (42.563% - calme 18.881%), con valori massimi maggiori di 10s (0.248% - calme 0.002%). Alle caratteristiche ondamiche massime ( $H_s > 5.00\text{m}$ ) è associato un periodo di picco maggiore di 10s (0.008%) (Tabella 32);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (49.836% - calme 14.376%), con valori massimi maggiori di 10s (0.057%). Alle caratteristiche ondamiche massime ( $H_s > 5.00\text{m}$ ) è associato un periodo medio compreso negli intervalli 8-10s (0.004%) e maggiore di 10s (0.004%) (Tabella 33).

#### PUNTO SOTTOCOSTA P1- ANALISI INVERNALE



**Figura 20. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Invernale)**



Hs(m) Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
165 - 180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
180 - 195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
195 - 210	7.199%	8.515%	0.732%	0.029%	-	-	-	-	-	-	-	9.276%	16.475%
210 - 225	1.346%	6.574%	1.512%	0.507%	0.176%	0.029%	0.010%	-	-	-	-	8.808%	10.154%
225 - 240	1.658%	9.813%	2.799%	1.873%	0.693%	0.458%	0.283%	0.107%	0.049%	0.039%	0.029%	16.143%	17.801%
240 - 255	6.623%	28.170%	9.647%	4.516%	1.492%	0.907%	0.400%	0.039%	-	-	-	45.172%	51.795%
255 - 270	1.863%	0.107%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.107%	1.970%
270 - 285	1.805%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	1.805%
285 - 300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
300 - 315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
315 - 330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>20.494%</b>	<b>53.180%</b>	<b>14.690%</b>	<b>6.925%</b>	<b>2.361%</b>	<b>1.395%</b>	<b>0.693%</b>	<b>0.146%</b>	<b>0.049%</b>	<b>0.039%</b>	<b>0.029%</b>	<b>79.51%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 34. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Invernale)**

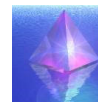
Hs(m) Tp(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	2.458%	1.005%	0.010%	-	-	-	-	-	-	-	-	1.014%	3.472%
4 - 6	14.573%	31.155%	2.838%	0.546%	0.010%	-	-	-	-	-	-	34.549%	49.122%
6 - 8	3.043%	17.899%	8.398%	3.209%	0.624%	0.146%	-	-	-	-	-	30.277%	33.320%
8 - 10	0.419%	2.995%	3.346%	3.170%	1.678%	1.112%	0.634%	0.117%	0.010%	-	-	13.061%	13.480%
> 10	-	0.127%	0.098%	-	0.049%	0.137%	0.059%	0.029%	0.039%	0.039%	0.029%	0.605%	0.605%
<b>Totale</b>	<b>20.494%</b>	<b>53.180%</b>	<b>14.690%</b>	<b>6.925%</b>	<b>2.361%</b>	<b>1.395%</b>	<b>0.693%</b>	<b>0.146%</b>	<b>0.049%</b>	<b>0.039%</b>	<b>0.029%</b>	<b>79.51%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 35. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Invernale)**

Hs(m) Tm(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	6.896%	4.663%	0.088%	-	-	-	-	-	-	-	-	4.750%	11.647%
4 - 6	11.490%	38.461%	5.940%	1.278%	0.107%	-	-	-	-	-	-	45.786%	57.277%
6 - 8	2.039%	9.471%	8.389%	5.472%	1.766%	0.780%	0.341%	0.029%	-	-	-	26.249%	28.287%
8 - 10	0.068%	0.566%	0.273%	0.176%	0.468%	0.575%	0.332%	0.107%	0.039%	-	0.010%	2.546%	2.614%
> 10	-	0.020%	-	-	0.020%	0.039%	0.020%	0.010%	0.010%	0.039%	0.020%	0.176%	0.176%
<b>Totale</b>	<b>20.494%</b>	<b>53.180%</b>	<b>14.690%</b>	<b>6.925%</b>	<b>2.361%</b>	<b>1.395%</b>	<b>0.693%</b>	<b>0.146%</b>	<b>0.049%</b>	<b>0.039%</b>	<b>0.029%</b>	<b>79.51%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 36. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Invernale)**

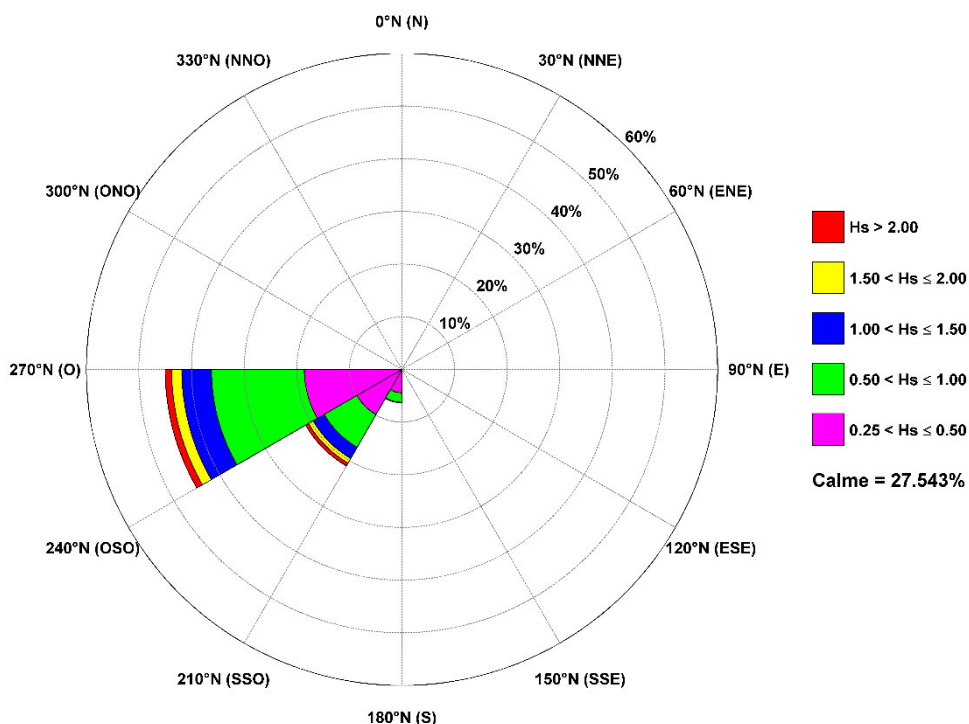




Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **invernale**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da S-O con picco massimo nel range 240°-270°N (Figura 20);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 45.172% (6.623% calme) per il range direzionale 225°-240°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 20.494% (Tabella 34);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 53.180%. Risulta, inoltre, che lo 0.029% delle osservazioni appartiene ad un'altezza massima  $H_s > 5.00m$  (Tabella 34);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (34.549% - calme 14.573%), con valori massimi maggiori di 10s (0.605%). Alle caratteristiche ondamiche massime ( $H_s > 5.00m$ ) è associato un periodo di picco maggiore di 10s (0.029%) (Tabella 35);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (45.786% - calme 11.490%), con valori massimi maggiori di 10s (0.176%). Alle caratteristiche ondamiche massime ( $H_s > 5.00m$ ) è associato un periodo medio compreso negli intervalli 8-10s (0.010%) e maggiore di 10s (0.020%) (Tabella 36).

PUNTO SOTTOCOSTA P1- ANALISI PRIMAVERILE





**Figura 21. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Primaveraile)**

Hs(m)\Dir(°N)	calme ≤ 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
165 - 180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
180 - 195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
195 - 210	8.353%	6.230%	0.101%	0.007%	-	-	-	-	-	-	-	6.339%	14.691%
210 - 225	2.318%	6.759%	0.456%	0.087%	0.014%	-	-	-	-	-	-	7.317%	9.635%
225 - 240	2.557%	10.294%	1.970%	0.927%	0.427%	0.138%	0.036%	0.022%	-	-	-	13.815%	16.372%
240 - 255	12.025%	36.200%	5.629%	1.941%	0.819%	0.268%	0.109%	0.022%	-	-	-	44.987%	57.012%
255 - 270	0.862%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.862%
270 - 285	1.427%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	1.427%
285 - 300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
300 - 315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
315 - 330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>27.543%</b>	<b>59.483%</b>	<b>8.157%</b>	<b>2.963%</b>	<b>1.261%</b>	<b>0.406%</b>	<b>0.145%</b>	<b>0.043%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>72.46%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 37. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Primaveraile)**

Hs(m)\Tp(s)	calme ≤ 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
≤ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	3.187%	1.492%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.492%	4.680%
4 - 6	21.392%	42.669%	1.413%	0.130%	-	-	-	-	-	-	-	44.212%	65.604%
6 - 8	2.572%	13.764%	5.238%	1.333%	0.297%	0.036%	0.007%	-	-	-	-	20.675%	23.247%
8 - 10	0.391%	1.507%	1.485%	1.500%	0.963%	0.369%	0.123%	0.014%	-	-	-	5.962%	6.353%
> 10	-	0.051%	0.022%	-	-	-	0.014%	0.029%	-	-	-	0.116%	0.116%
<b>Totale</b>	<b>27.543%</b>	<b>59.483%</b>	<b>8.157%</b>	<b>2.963%</b>	<b>1.261%</b>	<b>0.406%</b>	<b>0.145%</b>	<b>0.043%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>72.46%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 38. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Primaveraile)**

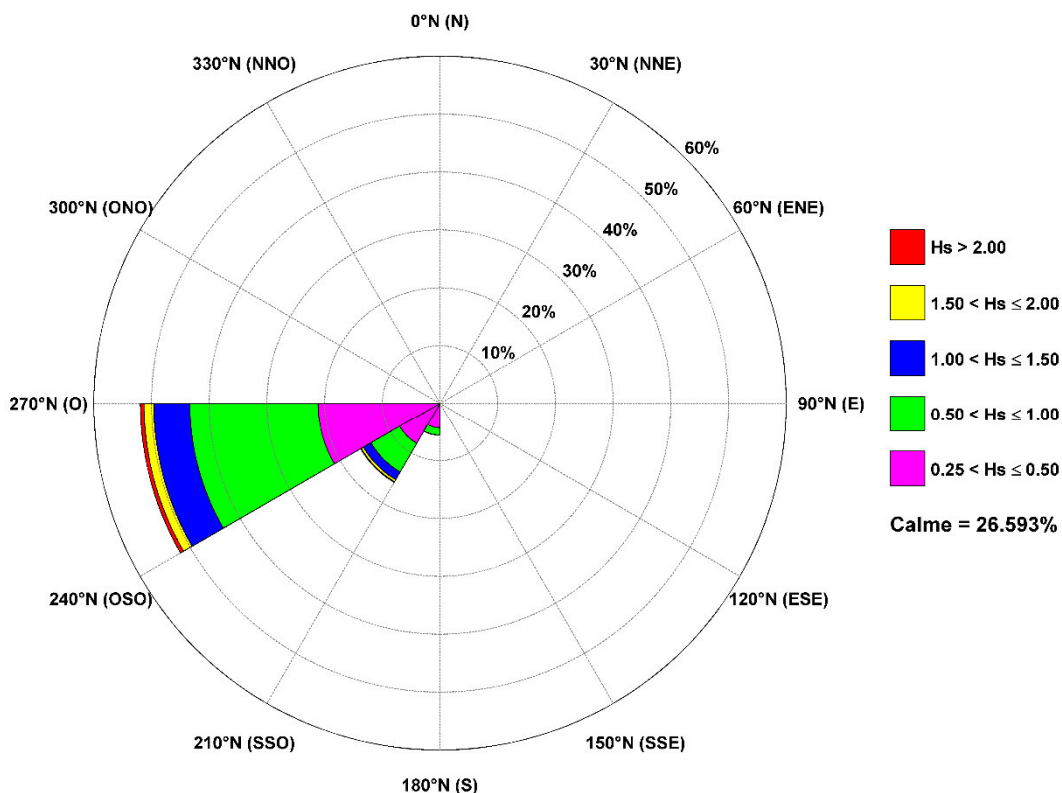
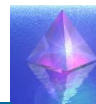
Hs(m)\Tm(s)	calme ≤ 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
≤ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	10.113%	6.520%	0.022%	-	-	-	-	-	-	-	-	6.542%	16.655%
4 - 6	15.959%	46.689%	3.470%	0.543%	0.051%	0.007%	-	-	-	-	-	50.761%	66.720%
6 - 8	1.434%	6.063%	4.571%	2.311%	0.963%	0.203%	0.022%	0.007%	-	-	-	14.141%	15.575%
8 - 10	0.036%	0.196%	0.094%	0.109%	0.246%	0.196%	0.123%	0.029%	-	-	-	0.992%	1.029%
> 10	-	0.014%	-	-	-	-	-	0.007%	-	-	-	0.022%	0.022%
<b>Totale</b>	<b>27.543%</b>	<b>59.483%</b>	<b>8.157%</b>	<b>2.963%</b>	<b>1.261%</b>	<b>0.406%</b>	<b>0.145%</b>	<b>0.043%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>72.46%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 39. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Primavera)**

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **primaverile**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da S-O con picco massimo nel range 240°-270° (Figura 21);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 44.987% (12.025% calme) per il range direzionale 240°-255°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 27.543% (Tabella 37);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 59.483%. Risulta, inoltre, che lo 0.043% delle osservazioni appartiene ad un'altezza massima compresa nel range  $3.50 < H_s < 4.00m$  (Tabella 37);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (44.212% - calme 21.392%), con valori massimi maggiori di 10s (0.116%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $3.50 < H_s < 4.00m$ ) è associato un periodo di picco compreso nel range 8-10s (0.014%) e maggiore di 10s (0.029%) (Tabella 38);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (50.761% - calme 15.959%), con valori massimi maggiori di 10s (0.022%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $3.50 < H_s < 4.00m$ ) è associato un periodo medio compreso negli intervalli 6-8s (0.007%), 8-10s (0.029%) e maggiore di 10s (0.007%) (Tabella 39).

#### PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- ANALISI ESTIVA



**Figura 22. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Estiva)**



Hs(m) \ Dir(°N)	calme ≤ 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
165 - 180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
180 - 195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
195 - 210	5.353%	5.574%	0.055%	-	-	-	-	-	-	-	-	5.629%	10.982%
210 - 225	1.626%	6.628%	0.310%	0.096%	0.014%	-	-	-	-	-	-	7.048%	8.674%
225 - 240	2.101%	7.179%	1.213%	0.324%	0.083%	0.014%	0.014%	-	-	-	-	8.825%	10.927%
240 - 255	13.503%	43.341%	6.242%	1.702%	0.365%	0.186%	0.048%	0.014%	-	-	-	51.898%	65.401%
255 - 270	1.702%	0.007%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007%	1.709%
270 - 285	2.308%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	2.308%
285 - 300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
300 - 315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
315 - 330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>26.593%</b>	<b>62.728%</b>	<b>7.819%</b>	<b>2.122%</b>	<b>0.462%</b>	<b>0.200%</b>	<b>0.062%</b>	<b>0.014%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>73.41%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 40. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Estiva)**

Hs(m) \ Tp(s)	calme ≤ 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
≤ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	3.624%	1.860%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.860%	5.484%
4 - 6	20.062%	46.814%	1.144%	0.048%	-	-	-	-	-	-	-	48.006%	68.068%
6 - 8	2.515%	13.186%	5.050%	0.820%	0.158%	0.021%	-	-	-	-	-	19.235%	21.750%
8 - 10	0.386%	0.847%	1.619%	1.240%	0.303%	0.179%	0.062%	0.014%	-	-	-	4.265%	4.650%
> 10	0.007%	0.021%	0.007%	0.014%	-	-	-	-	-	-	-	0.041%	0.048%
<b>Totale</b>	<b>26.593%</b>	<b>62.728%</b>	<b>7.819%</b>	<b>2.122%</b>	<b>0.462%</b>	<b>0.200%</b>	<b>0.062%</b>	<b>0.014%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>73.41%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 41. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Estiva)**

Hs(m) \ Tm(s)	calme ≤ 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
≤ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	9.755%	8.391%	0.014%	-	-	-	-	-	-	-	-	8.405%	18.161%
4 - 6	15.143%	49.411%	3.135%	0.179%	0.028%	0.007%	-	-	-	-	-	52.759%	67.902%
6 - 8	1.647%	4.767%	4.630%	1.888%	0.344%	0.055%	0.021%	-	-	-	-	11.705%	13.352%
8 - 10	0.048%	0.158%	0.041%	0.055%	0.090%	0.138%	0.041%	0.014%	-	-	-	0.537%	0.586%
> 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>26.593%</b>	<b>62.728%</b>	<b>7.819%</b>	<b>2.122%</b>	<b>0.462%</b>	<b>0.200%</b>	<b>0.062%</b>	<b>0.014%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>0.000%</b>	<b>73.41%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 42. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Estiva)**

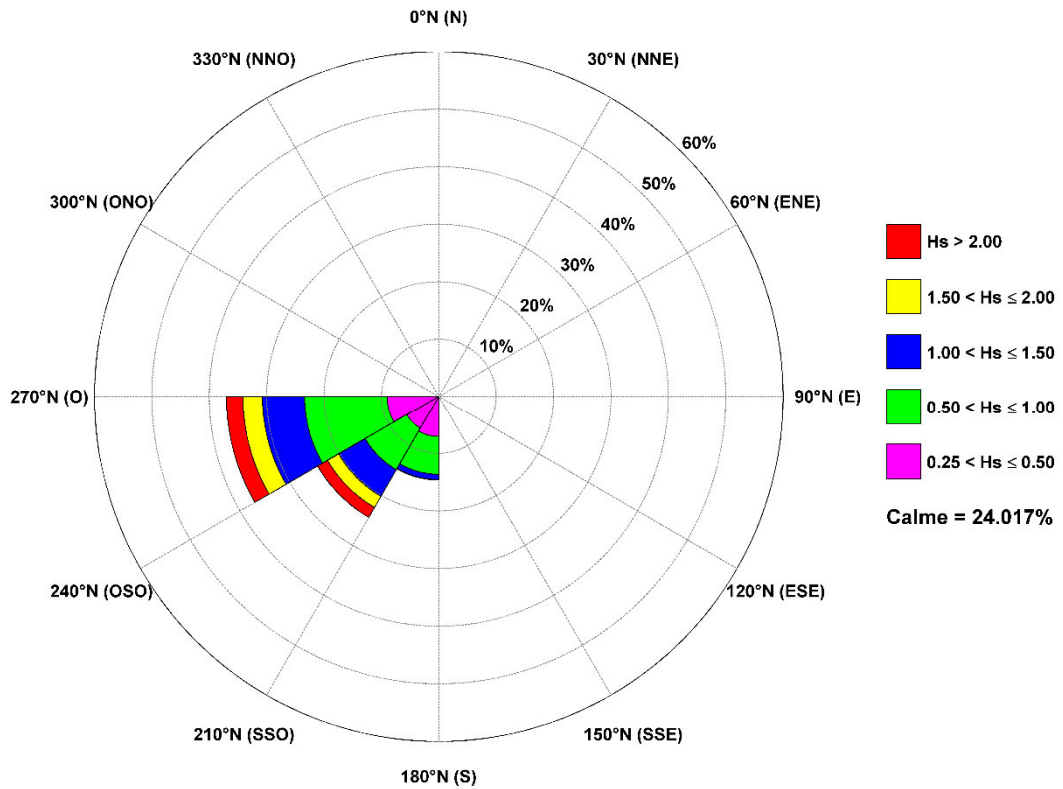




Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **estiva**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da S-O con picco massimo nel range 240°-270° (Figura 22);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 51.898% (13.503% calme) per il range direzionale 240°-255°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 26.593% (Tabella 40);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 62.728%. Risulta, inoltre, che lo 0.014% delle osservazioni appartiene ad un'altezza massima compresa nel range  $3.50 < H_s < 4.00m$  (Tabella 40);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (48.006% - calme 20.062%), con valori massimi nel range 8-10s (0.041%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $3.50 < H_s < 4.00m$ ) è associato un periodo di picco compreso nel range 8-10s (0.014%) (Tabella 41);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (52.759% - calme 15.143%), con valori massimi maggiori di 10s (0.537% - calme 0.048%). Alle caratteristiche ondometriche massime ( $3.50 < H_s < 4.00m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 6-8s (0.014%) (Tabella 42).

#### PUNTO SOTTOCOSTA P1- ANALISI AUTUNNALE



**Figura 23. Diagramma polare distribuzione direzionale media annuale eventi di moto ondoso (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Autunnale)**



Hs(m) Dir(°N)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
0 - 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
15 - 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
30 - 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
45 - 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
60 - 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
75 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
90 - 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
105 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
120 - 135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
135 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
150 - 165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
165 - 180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
180 - 195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
195 - 210	11.103%	13.629%	0.929%	0.064%	-	-	-	-	-	-	-	14.622%	25.725%
210 - 225	1.684%	7.196%	1.819%	0.532%	0.270%	0.056%	0.008%	-	-	-	-	9.880%	11.564%
225 - 240	1.763%	7.617%	3.518%	1.684%	0.794%	0.445%	0.222%	0.079%	0.079%	0.040%	0.008%	14.487%	16.250%
240 - 255	5.639%	23.334%	7.331%	3.407%	1.827%	0.747%	0.222%	0.048%	0.032%	-	-	36.947%	42.586%
255 - 270	1.978%	0.048%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.048%	2.025%
270 - 285	1.851%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	1.851%
285 - 300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
300 - 315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
315 - 330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
330 - 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
345 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
<b>Totale</b>	<b>24.017%</b>	<b>51.823%</b>	<b>13.597%</b>	<b>5.687%</b>	<b>2.891%</b>	<b>1.247%</b>	<b>0.453%</b>	<b>0.127%</b>	<b>0.111%</b>	<b>0.040%</b>	<b>0.008%</b>	<b>75.98%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 43. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e direzione (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Autunnale)**

Hs(m) Tp(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	2.295%	1.493%	0.008%	-	-	-	-	-	-	-	-	1.501%	3.796%
4 - 6	18.275%	37.034%	3.510%	0.453%	0.008%	-	-	-	-	-	-	41.005%	59.280%
6 - 8	3.169%	11.897%	8.196%	2.891%	0.707%	0.119%	0.008%	-	-	-	-	23.819%	26.988%
8 - 10	0.278%	1.390%	1.874%	2.343%	2.152%	1.040%	0.318%	0.111%	0.071%	0.016%	-	9.316%	9.594%
> 10	-	0.008%	0.008%	-	0.024%	0.087%	0.127%	0.016%	0.040%	0.024%	0.008%	0.342%	0.342%
<b>Totale</b>	<b>24.017%</b>	<b>51.823%</b>	<b>13.597%</b>	<b>5.687%</b>	<b>2.891%</b>	<b>1.247%</b>	<b>0.453%</b>	<b>0.127%</b>	<b>0.111%</b>	<b>0.040%</b>	<b>0.008%</b>	<b>75.98%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 44. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo di picco (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Autunnale)**

Hs(m) Tm(s)	calme <= 0.25	0.25 - 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 2.00	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00	3.00 - 3.50	3.50 - 4.00	4.00 - 4.50	4.50 - 5.00	> 5.00	Totale senza Calme	Totale
<= 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000%	0.000%
2 - 4	7.879%	6.012%	0.079%	-	-	-	-	-	-	-	-	6.092%	13.970%
4 - 6	14.105%	40.227%	7.259%	1.168%	0.087%	0.008%	-	-	-	-	-	48.749%	62.854%
6 - 8	1.970%	5.456%	6.187%	4.376%	2.216%	0.691%	0.175%	0.032%	-	-	-	19.133%	21.102%
8 - 10	0.064%	0.127%	0.064%	0.143%	0.588%	0.540%	0.262%	0.087%	0.103%	0.024%	0.008%	1.946%	2.009%
> 10	-	-	0.008%	-	-	0.008%	0.016%	0.008%	0.008%	0.016%	-	0.064%	0.064%
<b>Totale</b>	<b>24.017%</b>	<b>51.823%</b>	<b>13.597%</b>	<b>5.687%</b>	<b>2.891%</b>	<b>1.247%</b>	<b>0.453%</b>	<b>0.127%</b>	<b>0.111%</b>	<b>0.040%</b>	<b>0.008%</b>	<b>75.98%</b>	<b>100.00%</b>

**Tabella 45. Clima annuale eventi di moto ondoso classificati per altezza e periodo medio (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1- Analisi Autunnale)**

Dal grafico e dalle tabelle sopra riportati, per quanto concerne l'analisi **autunnale**, si evince quanto segue:

- gli stati di mare più significativi, sia in termini di frequenza che di intensità, provengono principalmente da S-O con picco massimo nel range 225°-240° (Figura 23);
- il moto ondoso mostra un valore massimo della frequenza di accadimento del 36.947% (5.639% calme) per il range direzionale 240°-255°N con una percentuale di calme totali ( $H_s < 0.25m$ ) pari al 24.017% (Tabella 43);
- le onde con maggiore frequenza sono quelle con altezza compresa tra 0.25-1.00m con una percentuale del 51.823%. Risulta, inoltre, che lo 0.008% delle osservazioni appartiene ad un'altezza massima maggiore di 5.00m (Tabella 43);
- in relazione al periodo di picco la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (41.005% - calme 18.275%), con valori massimi maggiori di 10s (0.342%). Alle caratteristiche ondametrische massime ( $H_s > 5.00m$ ) è associato un periodo di picco maggiore di 10s (0.008%) (Tabella 44);
- in relazione al periodo medio la maggiore frequenza di apparizione si verifica nel range 4-6s (48.749% - calme 14.105%), con valori massimi maggiori di 10s (0.064%). Alle caratteristiche ondametrische massime ( $H_s > 5.00m$ ) è associato un periodo medio compreso nell'intervallo 8-10s (0.008%) (Tabella 45).



## 10. ANALISI STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI DI MOTO ONDOSO

Per la determinazione dei valori estremi d'onda al largo del paraggio del litorale del Golfo di Napoli (PUNTO\_LARGO) e per la zona oggetto di intervento (PUNTO\_SOTTOCOSTA P1), così come individuati (Figura 2), sono stati utilizzati metodi propri dell'analisi probabilistica.

Partendo dalla serie storica ricavata dalla trasposizione geografica dei dati registrati dall'ondametro di PONZA e da quella determinata a seguito dell'applicazione della metodologia di trasformazione largo-costa, è stata effettuata un'operazione di "estrazione" dalla popolazione dei dati, volta alla determinazione di un campione di eventi (altezze massime al culmine della mareggiata) omogenei e statisticamente indipendenti.

A tal fine, è stato assunto che l'agitazione della superficie libera possa essere considerata una mareggiata quando l'altezza significativa supera una determinata soglia sulla base delle analisi delle mareggiate estrapolate dalle serie storiche registrate dalle boe italiane della RON, per un periodo di tempo significativo, considerato almeno di durata pari a 6 ore, e quando le direzioni di provenienza degli stati di mare rimangano confinati entro un settore angolare di massimo 45°. La durata della mareggiata è quindi individuata da due attraversamenti della soglia, mentre la misura della sua intensità è data dalla massima altezza d'onda significativa verificatasi in tale durata. La direzione di provenienza della mareggiata viene posta pari alla media delle direzioni registrate durante l'evento.

Individuato il campione statistico, al fine di determinare le altezze d'onda significative a prefissato T, si è applicato, per la distribuzione a lungo termine, la seguente formulazione:

$$F(H_s \leq \hat{H}_s) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{\hat{H}_s - B}{A} \right)^k \right] \quad (\text{distribuzione di Weibull})$$

mentre per la "plotting position", assegnazione di probabilità ai valori del campione statistico la relazione (Goda 1988):

$$F(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m - 0.20 - \frac{0.27}{\sqrt{k}}}{NT + 0.20 + \frac{0.23}{\sqrt{k}}} \quad (\text{secondo la Weibull})$$

dove:

$F(H_s \leq \hat{H}_s)$  è la probabilità che  $H_s$  non superi il valore di soglia di altezza significativa,  $\hat{H}_s$ , mentre A, B e k sono i parametri della distribuzione.

Considerando per il parametro di forma di verificare il comportamento di quattro distribuzioni (k viene posto pari a 0.75, 1.00, 1.40 e 2.00).

Per la selezione della funzione di distribuzione che meglio si adatta al campione dei dati in esame, con riferimento alle mareggiate afferenti al settore angolare di provenienza del moto



ondoso del paraggo in esame, si considera quella che fornisce il più alto valore del coefficiente di correlazione,  $R^2$ .

Nelle Tabella 46 sono riportati, per il sito oggetto di studio, i valori dei coefficienti di correlazione per la distribuzione di probabilità adottata.

PUNTO_LARGO				PUNTO_SOTTOCOSTA P1			
Distribuzione	A	B	$R^2$	Distribuzione	A	B	$R^2$
Weibull k = 0.75	0.482	3.201	0.975	Weibull k = 0.75	0.391	3.091	0.943
<b>Weibull k = 1.00</b>	<b>0.763</b>	<b>3.012</b>	<b>0.993</b>	<b>Weibull k = 1.00</b>	<b>0.607</b>	<b>2.949</b>	<b>0.978</b>
Weibull k = 1.40	1.168	2.711	0.963	Weibull k = 1.40	0.918	2.719	0.960
Weibull k = 2.00	1.711	2.259	0.905	Weibull k = 2.00	1.338	2.370	0.908

**Tabella 46. Coefficienti di correlazione per la distribuzione di probabilità adottata (PUNTO\_LARGO – PUNTO\_SOTTOCOSTA P1)**

Dai risultati ottenuti si evince che la migliore correlazione, sia per l'analisi al largo che sottocosta, è fornita dalla distribuzione di Weibull con  $k = 1.0$ .

Inoltre, in base alla condizione che la probabilità cumulata di non superamento è legata al tempo di ritorno dell'evento dalla relazione:

$$Tr(X \leq x) = \frac{1}{(1 - P(X \leq x))}$$

è stato possibile stimare anche le altezze d'onda significative relative a diversi tempi di ritorno (Figure 24-25).

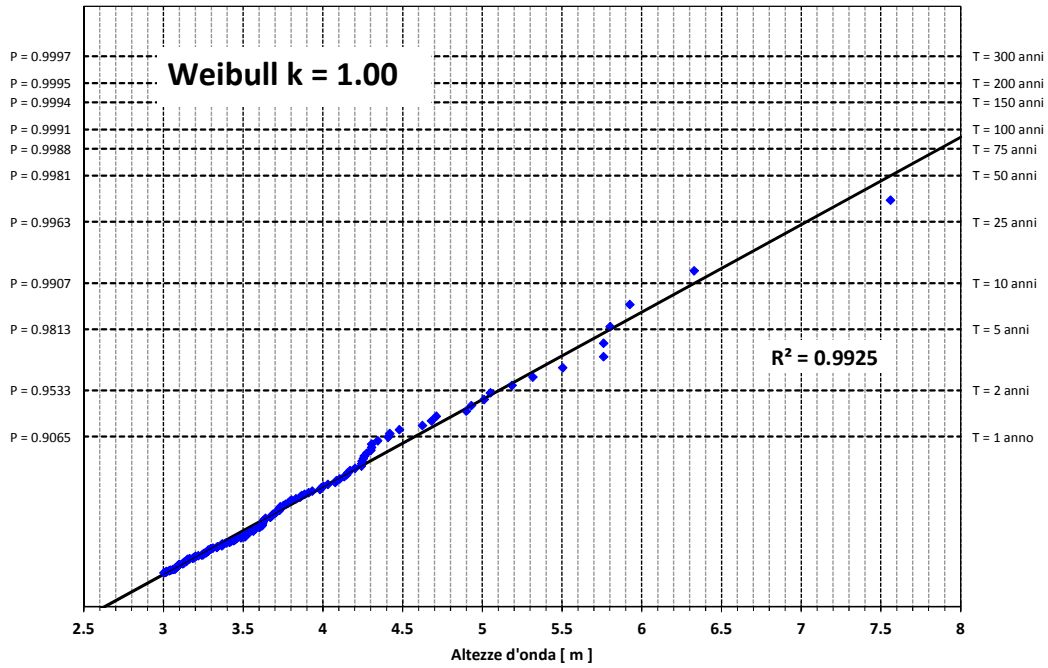


Figura 24. PUNTO\_LARGO: valori altezza d'onda significativa in funzione del tempo di ritorno (Weibull k=1.0)

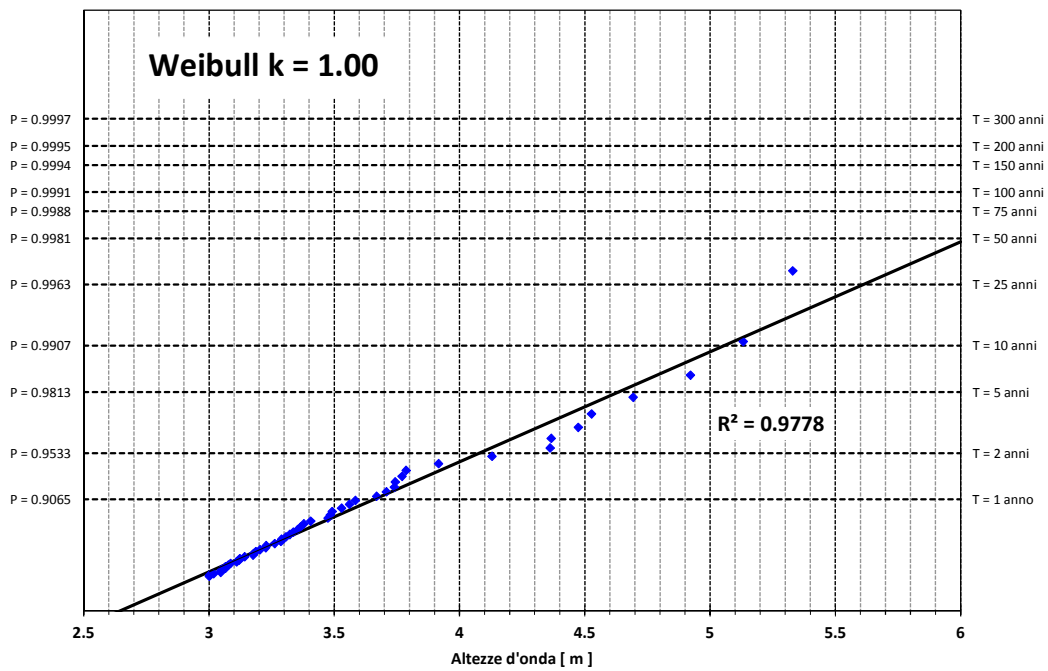


Figura 25. PUNTO\_SOTTOCOSTA P1: valori altezza d'onda significativa in funzione del tempo di ritorno (Weibull k=1.0)

Alle altezze d'onda estreme di largo e sottocosta, determinate con la procedura descritta in precedenza, è stato possibile associare un valore di periodo medio e di picco, applicando una legge di dipendenza tra T ed H come quella proposta nell'Atlante delle Onde Italiane:

$$T = a \cdot (H)^b$$

ove i parametri a e b sono stati ricavati dall'analisi di correlazione statistica dei dati disponibili.

I dati d'onda sono stati suddivisi in classi di frequenza con ampiezza di 0.5m e per tutti i valori di altezza compresi nel singolo intervallo (H<sub>i</sub>) sono stati valutati i corrispondenti n periodi e gli m numeri di apparizione b<sub>s</sub>, ricavando il periodo associato alla classe con la relazione seguente:

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^m T_{sj} \cdot b_s}{m}$$

Infine diagrammando la regressione H<sub>i</sub>, T<sub>i</sub> è stato possibile quantificare il valore dei coefficienti di regressione. Nelle Figure 26-27 sono riportate, rispettivamente, le regressioni fra l'altezza significativa e il periodo medio, e fra altezza significativa e il periodo di picco per i dati al largo del paraggio dell'area di studio e sottocosta, mentre nella Tabella 47, in funzione del tempo di ritorno i valori di altezza d'onda ed i relativi periodi.

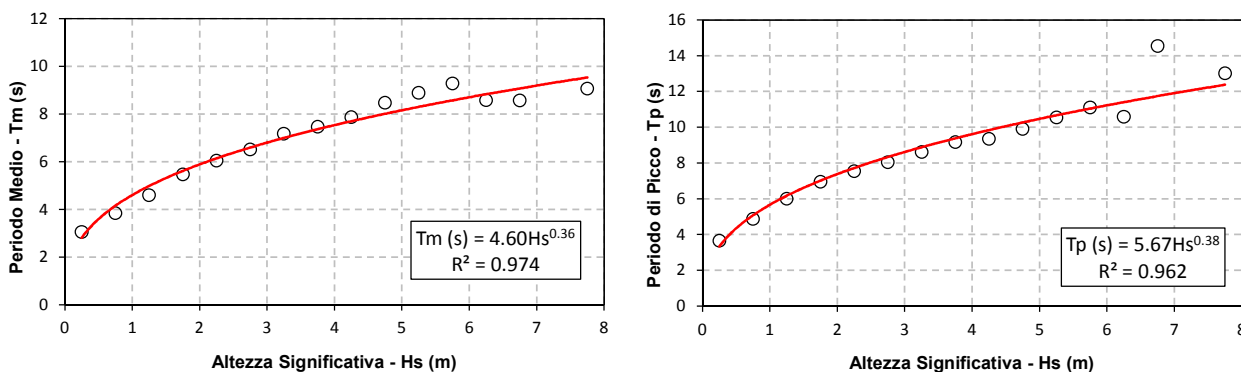
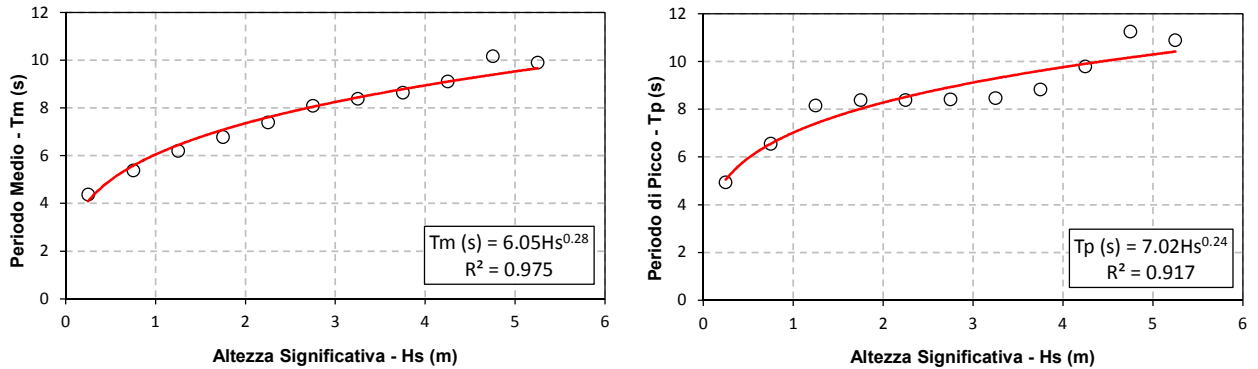


Figura 26. Curve di regressione Hs - Tm e Hs - Tp per il PUNTO\_LARGO





**Figura 27. Curve di regressione Hs - Tm e Hs - Tp per il PUNTO\_SOTTOCOSTA P1**

PUNTO_LARGO					PUNTO_SOTTOCOSTA P1				
T (anni)	P (%)	Hs (m)	Tp (s)	Tm (s)	T (anni)	P (%)	Hs (m)	Tp (s)	Tm (s)
1	87.10%	4.57	10.10	7.95	1	68.93%	3.66	9.58	6.06
5	97.42%	5.80	11.06	8.66	5	93.79%	4.64	10.14	7.67
10	98.71%	6.33	11.43	8.94	10	96.89%	5.06	10.36	8.37
25	99.48%	7.03	11.90	9.28	25	98.76%	5.61	10.62	9.29
50	99.74%	7.56	12.23	9.53	50	99.38%	6.03	10.81	9.99
75	99.83%	7.87	12.42	9.67	75	99.59%	6.28	10.91	10.39
100	99.87%	8.09	12.55	9.76	100	99.69%	6.45	10.98	10.68
150	99.91%	8.40	12.73	9.90	150	99.79%	6.70	11.08	11.09

**Tabella 47. Caratteristiche del moto ondoso estremo PUNTO\_LARGO – PUNTO\_SOTTOCOSTA P1**

## 11. PROFONDITÀ DI CHIUSURA DI SPIAGGIA

La profondità di chiusura di una spiaggia risulta la massima profondità del fondale rispetto alla quale si avvertono gli effetti di un'onda ai fini del trasporto solido dei sedimenti, da considerarsi anche come limite iniziale della zona di frangimento del moto ondoso incidente sulla costa.

Il calcolo del suo valore può avvenire tramite la comparazione dei rilievi batimetrici delle medesime sezioni effettuate in anni diversi oppure, in mancanza di queste informazioni, è possibile utilizzare delle relazioni semi-empiriche sviluppate negli ultimi decenni da diversi ricercatori (Hallemeyer), (Birkemeier), che ne consentono una stima in funzione delle caratteristiche che governano il fenomeno.

Nel presente Studio, in funzione degli obiettivi ed al fine di una valutazione esaustiva di tutti gli effetti, sono state utilizzate alcune delle relazioni empiriche di maggior interesse, proposte dalla letteratura scientifica di settore, che legano questa profondità all'altezza d'onda significativa superata 12 ore all'anno:

Hallemeyer (1978), modificata da Nicholls et al.(1996):



$$d_c = 2.28 \cdot H_{(12h)} - 10.90 \cdot \frac{H_{(12h)}^2}{L_0}$$

Hallemeier (1981)

$$d_c = 1.6H_{(12h)}$$

Birkemeier (1985):

$$d_c = 1.75H_{(12h)} - 57.78 \frac{H_{(12h)}^2}{gT_s^2}$$

dove:

$d_c$  profondità di chiusura derivata;

$g$  accelerazione di gravità;

$H_{(12h)}$  altezza d'onda al largo caratterizzata da una frequenza di accadimento di 12 ore/anno;

$T_{(12h)}$  periodo dell'onda  $H_{(12h)}$ .

La determinazione di  $H_{(12h)}$  è stata effettuata con riferimento ai dati di moto ondoso trasposti al Largo del Golfo di Napoli (Figure 28-29), mentre per quanto attiene al  $T_{(12h)}$ , a vantaggio di sicurezza, è stata impiegata la relazione calcolata per il periodo di picco, così come riportata in Figura 26.

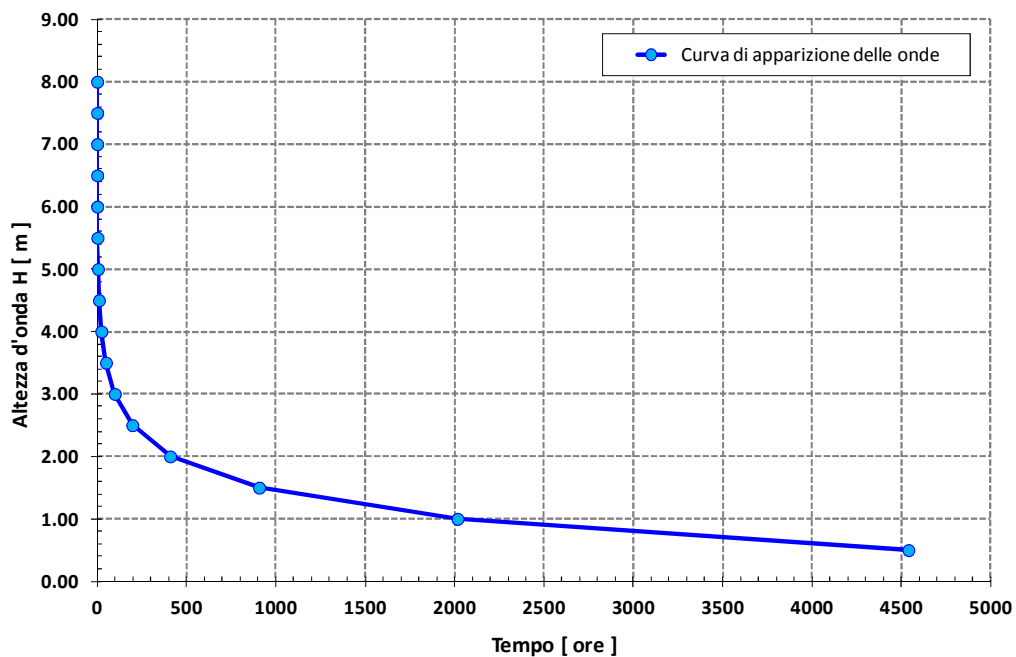
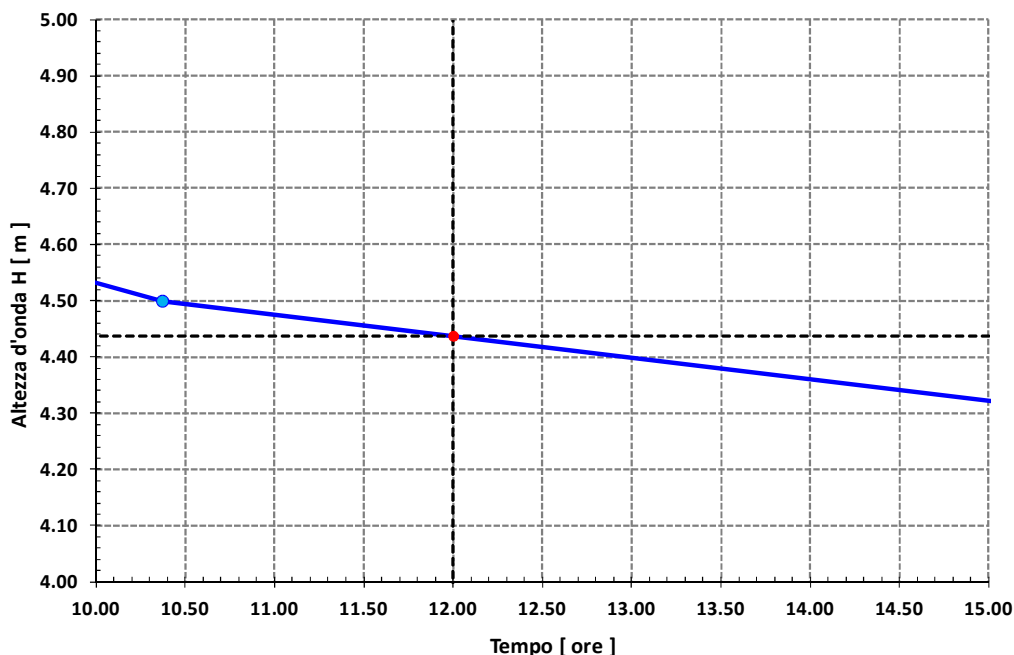


Figura 28. Curva di apparizione delle onde (paraggio di interesse)



**Figura 29. Particolare della curva di apparizione delle onde (paraggio di interesse)**

Pertanto, dall’analisi sulla persistenza calcolata al largo (Figure 28-29) della zona oggetto di intervento è stato possibile determinare i seguenti valori della profondità di chiusura  $d_c$  (limite del moto attivo dei sedimenti e/o delle condizioni di frangimento d’onda):

Altezza d’onda a 12 ore	Periodo $T_{12}$	Profondità di chiusura $d_c$ [ m ]		
$H_{12}$ [ m ]	$T_s$ [ s ]	Hallermeier (1987) [m]	Hallermeier (1981)	Berkmeier (1985)
4.44	9.99	<b>8.74</b>	7.10	6.60

**Tabella 48. Profondità di chiusura**

Come si evince dalla Tabella 48, considerando a vantaggio di sicurezza la condizione più sfavorevole cioè quella determinata con la formula di Hallermeier (1987), **la profondità di chiusura, per la zona oggetto di studio, in questo caso da intendersi come limite iniziale delle condizioni di frangimento del moto ondoso, è pari a -8.74m.**