



# REGIONE ABRUZZO COMUNE DI ORTONA



APQ-14 INTERVENTO DT03  
Finanziamento con delibera C.I.P.E n° 84-2000

## PIANO REGOLATORE PORTUALE 2010



## CAPITANERIA DI PORTO DI ORTONA

Titolo elaborato :

### STUDIO DI NAVIGABILITA' E OPERATIVITA' PORTUALE

Responsabile del Procedimento e Coordinatore Generale del P.R.P.:

Dott. Ing. Nicola PASQUINI

### MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E TRASPORTI

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE ALLE OPERE PUBBLICHE PER IL LAZIO, ABRUZZO E SARDEGNA

### UFFICIO 7 - OPERE MARITTIME

Progettisti:

Dott. Ing. Fabio RIVA

Dott. Ing. Luigi MINENZA

Collaboratori alla progettazione:

Geom. Massimiliano RICCI

Geom. Dario COMPAGNONE

Geom. Pietro PRATICO'

Gruppo specialistico di supporto alla progettazione:

Coordinamento tecnico-scientifico:

Prof. Ing. Alberto NOLI

Aspetti marittimi e modellistica idraulica:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO

Aspetti urbanistici:

Urb. Ivana PEDERIVA

Aspetti ambientali:

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Aspetti socio economici, trasportistici e finanziari:

TRT- Trasporti e Territorio - Dott. Ing. Fabio TORTA

Elaborato:

# S6

	Set. 2010	0	Emissione
--	-----------	---	-----------

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE
-----------	------	------	-------------

## Sommario

1	Premessa, obiettivi e metodologia di lavoro.....	3
2	Esposizione meteomarina del sito e caratteristiche generali della configurazione delle opere esterne portuali del PRP 2010.....	5
2.1	Condizioni meteomarine .....	5
2.1.1	Clima di moto ondoso.....	5
2.1.2	Clima anemometrico .....	8
2.1.3	Correnti .....	13
2.2	Configurazione delle opere esterne portuali .....	14
3	Definizione della flotta di progetto.....	17
4	Verifica dello spazio di arresto e della geometria delle aree di evoluzione e dei bacini.....	23
4.1	La manovra d' ingresso .....	25
4.2	Verifica dello spazio di arresto .....	28
4.3	Verifica della larghezza del canale di accesso principale .....	33
4.4	Verifica della profondità del canale di accesso e dei bacini interni .....	38
4.4.1	Canale di accesso .....	39
4.4.2	Bacini interni .....	41
4.5	Verifica delle aree di evoluzione .....	41
5	Analisi dell'operatività media annua del canale di accesso.....	42
6	Analisi dell'operatività media annua delle banchine portuali .....	46
7	Confronto tra le configurazioni P.R.P. 2010 e P.R.P. 1969 .....	49
8	Sintesi del lavoro svolto e conclusioni.....	54
Appendice A	Risultati delle simulazioni di penetrazione del moto ondoso nel porto di Ortona con la configurazione di PRP 2010 .....	56

## 1 Premessa, obiettivi e metodologia di lavoro

L'Ufficio Opere Marittime del Provveditorato Interregionale alle OO.PP. per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna ha conferito in data 01/02/2010 Prot. N. 3610 allo scrivente Prof. Ing. Paolo De Girolamo l'incarico di consulenza inerente gli aspetti marittimi per la redazione del Piano Regolatore Portuale del Porto di Ortona. Con riferimento al Disciplinare d'Incarico Professionale del 21/12/2009 rep.n. 26, uno degli aspetti oggetto della consulenza ha riguardato lo "Studio di navigabilità e dell'operatività portuale". Il presente documento costituisce il rapporto finale inerente tale argomento.

Per la redazione del presente studio il Prof. Paolo De Girolamo si è avvalso della collaborazione dell'Ing. Marco Del Bianco.

Lo studio riguarda gli aspetti connessi alla sicurezza alla navigazione ed in particolare la definizione/verifica dei parametri dimensionali di base del porto (quote dei fondali, larghezza dei canali di accesso e dimensioni delle aree di manovra, ecc.) in relazione alla flotta di progetto, agli "standard" internazionali e alle condizioni meteomarine locali.

Per quanto riguarda gli "standard internazionali" si è fatto riferimento alle raccomandazioni dell' AIPCN-PIANC "Approach Channel. A guide for Design, 1997" ed alle indicazioni fornite dalla letteratura specializzata.

Nel seguito si fa riferimento a due configurazioni portuali:

- alla configurazione portuale prevista dal P.R.P. del 1969, attualmente vigente, indicata P.R.P. 1969;
- alla nuova configurazione portuale, indicata P.R.P. 2010.

I parametri dimensionali di base della nuova configurazione portuale di fatto sono scaturiti dalle analisi condotte nell'ambito del presente studio. Tuttavia per semplicità di esposizione, nel seguito si assume come definita a priori la nuova configurazione portuale e si riportano i risultati delle analisi e delle verifiche eseguite in relazione ad essa.

Preliminarmente è risultato necessario definire la "flotta di progetto" in relazione alla tipologia dei traffici che sono previsti per il porto di Ortona. Per ciascuna tipologia di traffico (contenitori, ro-ro, crociere, rinfuse solide e rinfuse liquide) ed in relazione alle profondità dei fondali previste nelle varie zone del porto dal P.R.P. 2010, sono state individuate le massime dimensioni delle navi (lunghezza, larghezza e pescaggio) che potranno frequentare il porto. Tali dimensioni sono state confrontate alle relative flotte mondiali oggi operative, al fine di definire in

relazione ad esse le percentuali di navi appartenenti a ciascuna tipologia di traffico che potranno servirsi del porto di Ortona.

In relazione alla configurazione P.R.P. 2010, è stata effettuata:

- la verifica dello spazio di arresto delle navi e della geometria del canale di accesso e delle aree di evoluzione delle navi;
- l'analisi della operatività media annua del canale di accesso;
- l'analisi dell'operatività media annua delle banchine portuali.

Infine è stato eseguito il confronto tra la nuova configurazione prevista per il canale di accesso dal P.R.P. 2010, con quella prevista dal P.R.P. del 1969 attualmente vigente. Tale confronto ha consentito di evidenziare le migliorie apportate dalla configurazione proposta rispetto a quella vigente in termini di manovrabilità, di sicurezza della navigazione e di operatività media annua del canale di accesso.

Preliminarmente alle analisi sopra indicate, nel prossimo capitolo vengono riportate le caratteristiche meteomarine principali del sito ed alcune considerazioni di carattere generale sulla configurazione proposta per le opere esterne portuali.

## **2 Esposizione meteomarina del sito e caratteristiche generali della configurazione delle opere esterne portuali del PRP 2010.**

### **2.1 Condizioni meteomarine**

Per una completa descrizione delle condizioni meteo marine del sito si rimanda al documento specifico allegato al presente Piano Regolatore Portuale. Tuttavia per i fini del presente documento risulta conveniente riportare in questa sede alcuni dati ed analisi di interesse per gli studi inerenti la navigabilità.

#### **2.1.1 Clima di moto ondoso**

Al largo di Ortona è presente una boa ondometrica direzionale appartenente alla Rete Ondometrica Nazionale (R.O.N.) gestita dall'ISPRA, che ha operato con continuità dal 1989 al 2007 coprendo quindi un arco di tempo di circa 18 anni. La posizione dell'ondametro, posto su un fondale di circa 50,0 m, è riportata in Fig. 3. Dall'analisi dei dati registrati con cadenza trioraria è stato possibile valutare le frequenze medie di accadimento degli eventi di moto ondoso al largo. Utilizzando il modello matematico di inversa spettrale MEROPE, la serie storica registrata dall'ondametro è stata propagata sottocosta in prossimità della nuova imboccatura portuale (punto P1). In Fig. 1 è riportata la posizione del punto P1 e la griglia di calcolo utilizzata per propagare le onde da largo (punto di misura delle onde) allo stesso punto P1. Il punto P1 è stato posizionato lungo la rotta di accesso/uscita dal porto e di conseguenza risulta rappresentativo ai fini della valutazione delle condizioni ondometriche alle quali saranno esposte le navi durante le relative manovre di ingresso ed uscita.

Nella Tab 1. è riportato il clima ondometrico medio annuale ottenuto in P1, rappresentato per classi di altezza d'onda significativa  $H_s$  e direzione di provenienza degli stati di mare. Lo stesso clima è rappresentato in forma grafica ed in termini percentuali nella rosa di moto ondoso di Fig. 2.

Nel pannello di sinistra della Tab. 3, sono riportate le frequenze di accadimento percentuali medie annue degli stati di mare caratterizzati da una  $H_s$  superiore ad alcune soglie prefissate (0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m e 3.0 m) a loro volta classificate per direzioni di provenienza degli stati di mare. Nel pannello di destra è riportata la stessa tabella espressa in numero di giorni medi annui di superamento delle soglie sopra indicate.

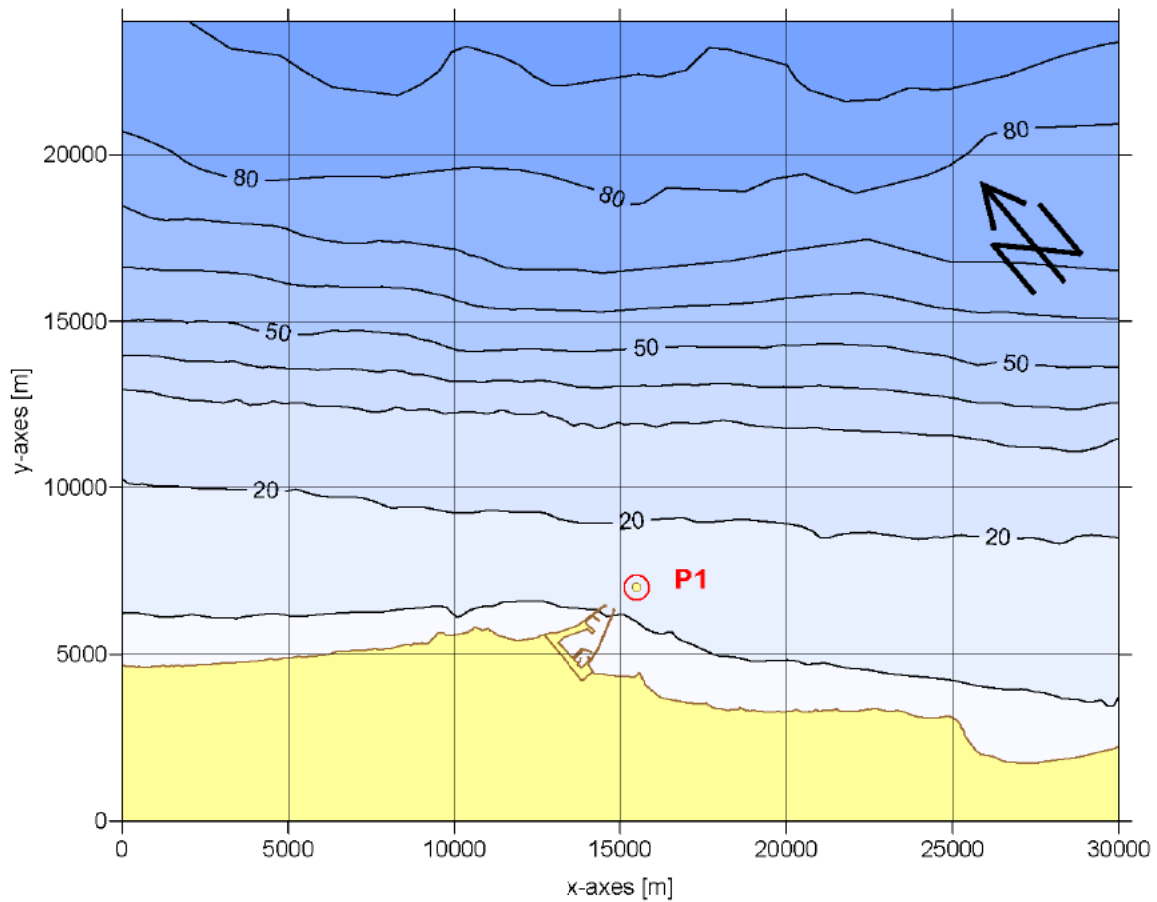


Figura 1. Griglia di calcolo utilizzata dal modello MEROPE.

Dall'analisi di tali dati si evince che in termini di stati di mare che interessano il canale di accesso al Porto di Ortona:

- il canale risulta esposto complessivamente agli stati di mare provenienti dal settore di traversia compreso tra le direzioni 330 e 120 °N;
- in relazione agli stati di mare di maggiore intensità ( $H_s > 2.0$  m), il settore di traversia si restringe e risulta compreso tra le direzioni 0 e 60° N;
- il numero di giorni medio annuo in cui sono presenti stati di mare superiori alla soglia  $H_s = 1,0$  m risulta pari a circa 60 che si riducono a circa 22 giorni per  $H_s > 1,5$  m ed a circa 9 giorni per  $H_s > 2,0$  m.

Complessivamente quindi si può affermare che l'esposizione ondometrica del canale di accesso, in relazione ad eventi di moto ondoso significativi per gli aspetti connessi alle manovre di ingresso ed uscita delle navi, risulta prevalentemente limitata al I quadrante.

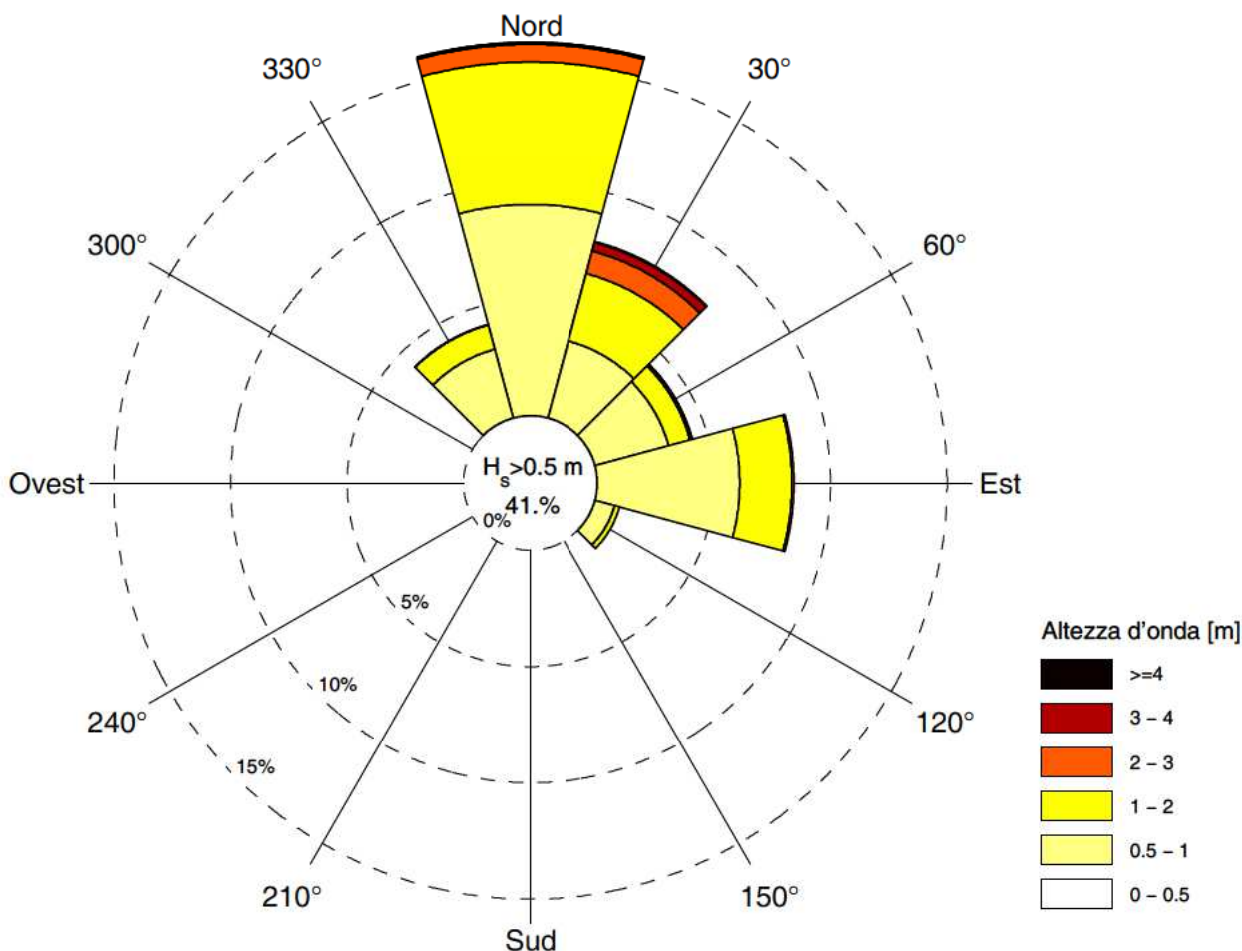
**Tabella 1. Distribuzione degli eventi di moto ondoso in corrispondenza del punto di inversa spettrale P1.**

Punto di inversa spettrale P1 (luglio 1989 - Dicembre 2007)

Distribuzione degli eventi di moto ondoso per classi di Hs e direzione di provenienza. ANNUALE

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)												Totale	%Hs>0.5
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5		
0	1954	3322	3671	1801	668	231	74	28	2	4	2	0	11757	16%
30	1522	1474	1387	791	420	275	130	99	55	17	0	1	6171	8%
60	1591	1945	1324	308	76	24	12	5	2	0	0	0	5287	4%
90	2205	3934	2473	762	143	25	9	0	0	0	0	0	9551	8%
120	1326	884	353	75	12	0	0	0	0	0	0	0	2650	1%
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
330	1448	1905	1238	374	60	9	0	0	0	0	0	0	5034	4%
TOT.	10046	13464	10446	4111	1379	564	225	132	59	21	2	1	40450	42%
		23510	33956	38067	39446	40010	40235	40367	40426	40447	40449	40450		

Numero di eventi validi : 40450      Numero di eventi registrabili: 48139      Rendimento: 84%



**Figura 2. Rosa di distribuzione degli eventi di moto ondoso nel punto di inversa spettrale P1.**

Tabella 3. Frequenza degli eventi di moto ondoso nel punto di inversa P1.

Punto di inversa spettrale P1 (luglio 1989 - Dicembre 2007)

Frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso per soglie di H<sub>s</sub> e direzione di provenienza. ANNUALE

DIR (°N)	frequenza di accadimento percentuale						numero di giorni medio annui					
	Totale	H <sub>s</sub> >0.5	H <sub>s</sub> >1.0	H <sub>s</sub> >1.5	H <sub>s</sub> >2.0	H <sub>s</sub> >3.0	Totale	H <sub>s</sub> >0.5	H <sub>s</sub> >1.0	H <sub>s</sub> >1.5	H <sub>s</sub> >2.0	H <sub>s</sub> >3.0
0	29.07	16.02	6.95	2.49	0.84	0.09	106	58	25	9	3	0
30	15.26	7.85	4.42	2.46	1.43	0.43	56	29	16	9	5	2
60	13.07	4.33	1.06	0.29	0.11	0.02	48	16	4	1	0	0
90	23.61	8.44	2.32	0.44	0.08		86	31	8	2	0	
120	6.55	1.09	0.22	0.03			24	4	1	0		
150												
180												
210												
240												
270												
300												
330	12.44	4.16	1.10	0.17	0.02		45	15	4	1	0	
TOT.	100.00	41.88	16.05	5.89	2.48	0.53	365	153	59	22	9	2

### 2.1.2 Clima anemometrico

Per quanto riguarda l'analisi dell'esposizione anemometrica del canale di accesso, si è fatto riferimento ai dati di vento delle stazioni di misura collocate sulle piattaforme 'off-shore' gestite dalla divisione AGIP dell'ENI. In particolare si è scelta la stazione più prossima alla zona in esame collocata sulla piattaforma R15 Giovanna (vedi Fig. 3). La serie storica si estende per circa 8 anni dal 1992 al 2000. Si evidenzia che tali dati risultano particolarmente significativi per il sito in esame e per gli scopi della presente analisi in quanto, similmente al canale di accesso, non sono influenzati dall'orografia locale.

L'anemometro della stazione R15 è posto alla quota +50.0 m sul l.m.m. pertanto per gli scopi del presente lavoro è risultato necessario riportare tale informazione alla quota +10.0 m sul l.m.m. applicando un coefficiente correttivo definito dalla seguente relazione:

$$\frac{U_{10}}{U_z} = \frac{1}{\left[ 1 + 0.1 \ln \left( \frac{z}{10} \right) \right]}$$

dove z=50 m ed U<sub>10</sub> esprime la velocità del vento alla quota + 10 m sul l.m.m.



Il clima anemometrico medio annuale ottenuto è riportato in forma numerica nella Tab. 4 e in forma grafica ( rose anemometriche) nelle Figg. 4 e 5. Nei due pannelli di Fig. 4 e nei tre pannelli di Fig. 5 sono riportate le rose medie annuali ottenute rispettivamente prendendo in esame i soli eventi anemometrici caratterizzati da velocità superiori a 2 m/s e 10 m/s (Fig. 4) e superiori a 12 m/s, 14 m/s e 16 m/s (Fig. 5).

Infine nella Tab. 5 sono riportate le frequenze di accadimento medie annuali percentuali (pannello di sinistra) degli eventi anemometrici superiori a prefissate soglie di velocità (6 m/s, 10 m/s, 12 m/s, 14 m/s e 16 m/s). Nel pannello di destra sono riportate le stesse frequenze espresse in numero medio di giorni all'anno.

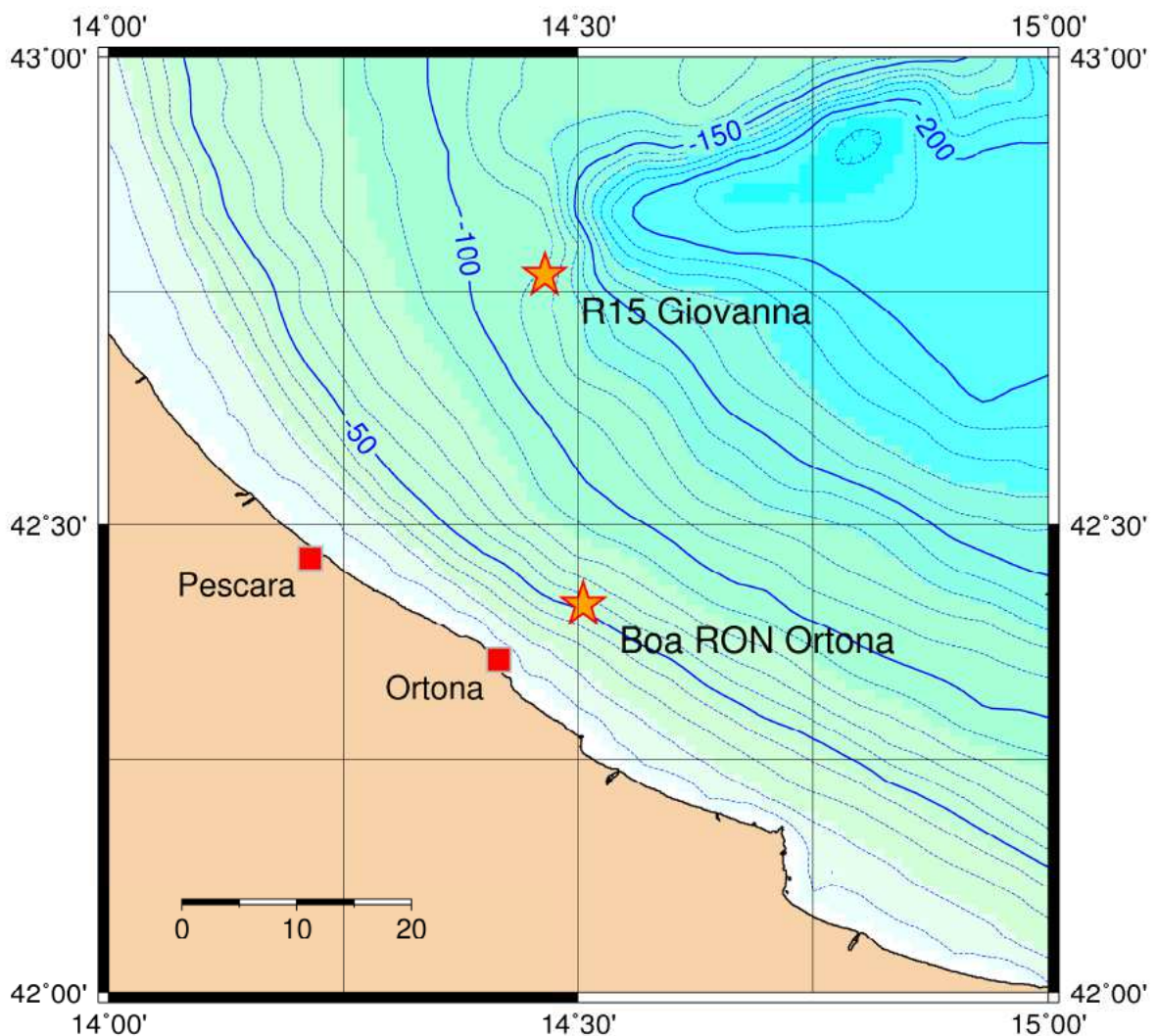


Figura 3. Localizzazione della stazione anemometrica R15 e della boa ondometrica di Ortona.

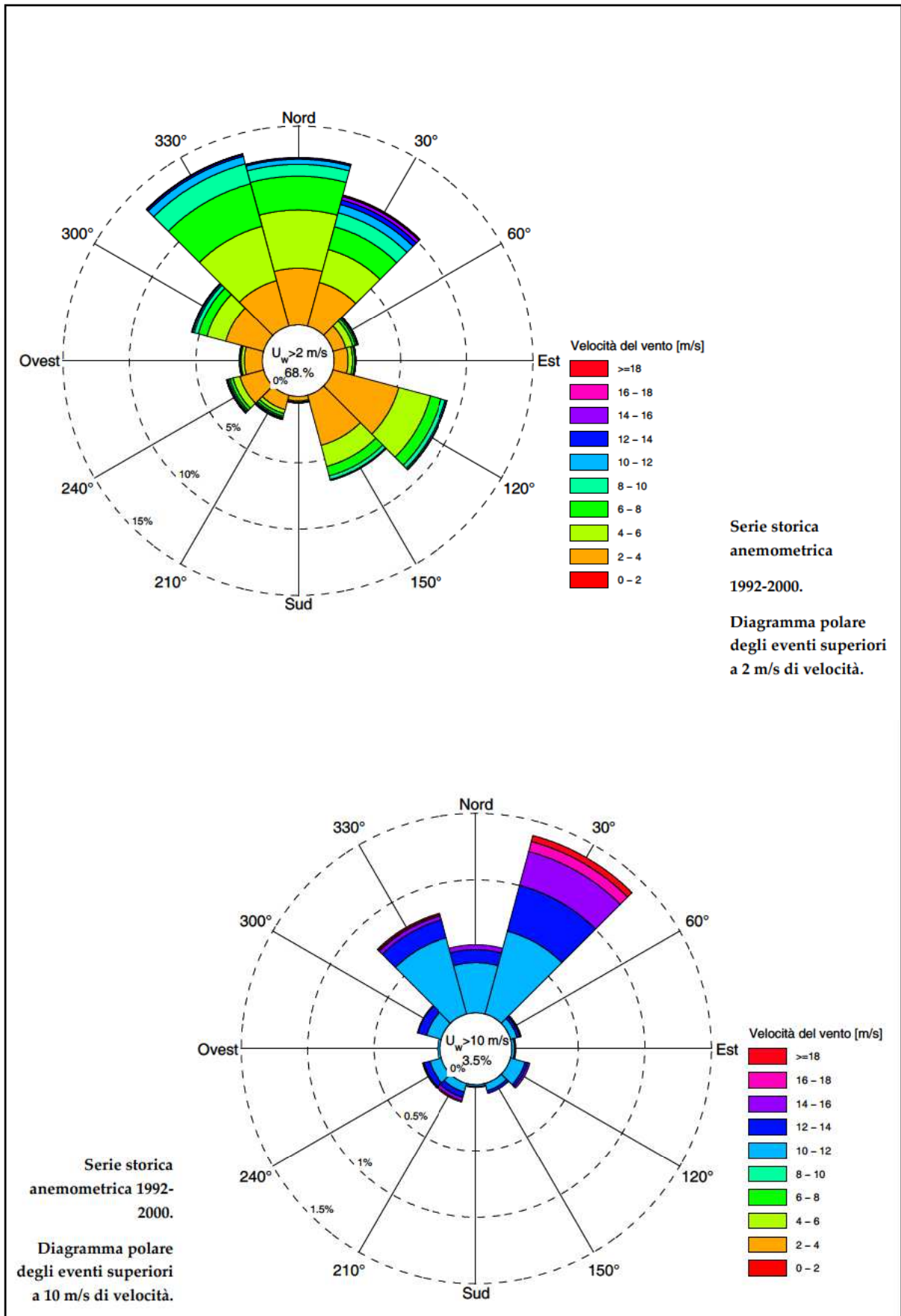


Figura 4. Rosa anemometrica media annuale degli eventi con velocità superiore a 2 m/s (pannello superiore) e degli eventi con velocità superiore a 10 m/s (pannello inferiore) registrati dalla stazione anemometrica installata sulla piattaforma R15.

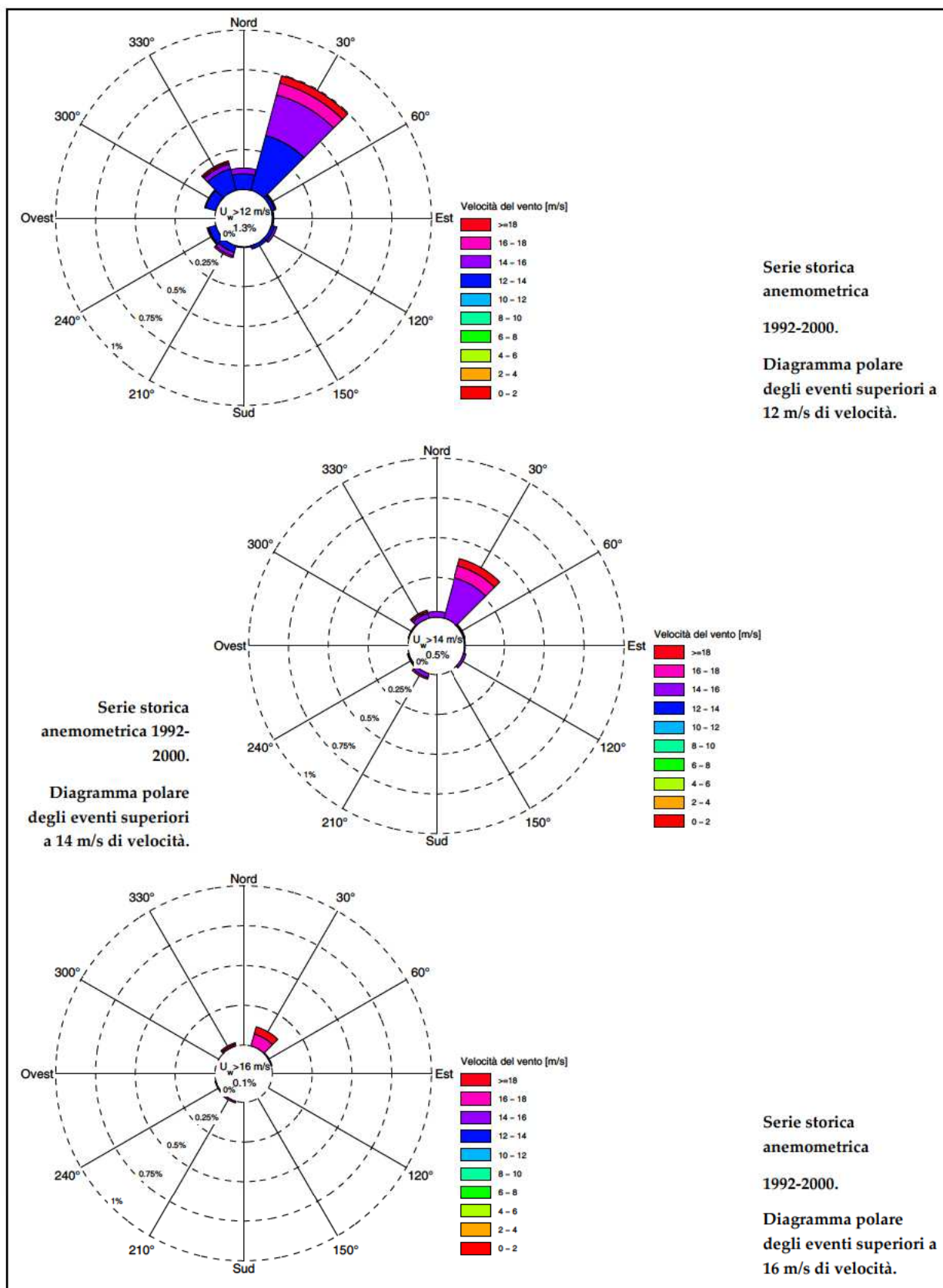


Figura 5. Rosa anemometrica degli eventi con velocità superiore a 12 m/s (pannello superiore), degli eventi con velocità superiore a 14 m/s (pannello intermedio) e degli eventi con velocità superiore a 16 m/s (pannello inferiore) registrati dalla stazione anemometrica installata sulla piattaforma R15.

**Tabella 4. Distribuzione degli eventi registrati dalla stazione anemometrica R15 nel periodo 1992 – 2000 per classi di direzione e velocità del vento  $U_{10}$ .**

Stazione anemometrica AGIP-ENI R15 - Giovanna  
Distribuzione ANNUALE del vento per classi di velocità  $U_{10}$  e direzione di provenienza.

DIR (°N)	CLASSI DI VELOCITÀ $U_{10}$ (m/s)											Totale
	0.00 2.00	2.00 4.00	4.00 6.00	6.00 8.00	8.00 10.00	10.00 12.00	12.00 14.00	14.00 16.00	16.00 18.00	18.00 20.00	$U_{10}$ > 20	
0	442	831	850	493	174	73	19	7	0	0	0	2889
30	478	664	498	344	211	125	69	51	15	9	0	2464
60	394	193	106	41	22	10	4	1	0	1	0	772
90	418	204	64	32	11	4	1	1	0	0	0	735
120	1196	993	479	165	64	22	4	3	0	0	0	2926
150	1031	758	319	142	56	11	4	0	0	0	0	2321
180	338	66	16	5	5	3	1	0	0	0	0	434
210	337	218	59	42	21	13	8	5	2	0	0	705
240	373	358	103	46	23	18	9	1	1	0	0	932
270	350	262	47	13	11	4	0	0	0	0	0	687
300	402	571	282	132	61	23	13	1	0	0	0	1485
330	398	692	821	642	299	115	27	6	2	1	1	3004
Totale	6157	5810	3644	2097	958	421	159	76	20	11	1	19354
Tot. cumul.	11967	15611	17708	18666	19087	19246	19322	19342	19342	19353	19354	

Numero totale di osservazioni: 19354

**Tabella 5. Distribuzione degli eventi registrati dalla stazione anemometrica R15 nel periodo 1992 – 2000 per classi di direzione e velocità del vento  $U_{10}$  (m/s).**

Stazione anemometrica AGIP-ENI R15 - Giovanna

Frequenza di accadimento dei venti per soglie di velocità e direzione di provenienza. ANNUALE.

DIR (°N)	frequenza di accadimento percentuale					
	Totale	$U_w > 6$	$U_w > 10$	$U_w > 12$	$U_w > 14$	$U_w > 16$
0	14.93	3.96	0.51	0.13	0.04	
30	12.73	4.26	1.39	0.74	0.39	0.12
60	3.99	0.41	0.08	0.03	0.01	
90	3.80	0.25	0.03	0.01	0.01	
120	15.12	1.33	0.15	0.04	0.02	
150	11.99	1.10	0.08	0.02		
180	2.24	0.07	0.02	0.01		
210	3.64	0.47	0.14	0.08	0.04	0.01
240	4.82	0.51	0.15	0.06	0.01	0.01
270	3.55	0.14	0.02			
300	7.67	1.19	0.19	0.07	0.01	
330	15.52	5.65	0.79	0.19	0.05	0.02
TOT.	100.00	19.34	3.55	1.38	0.56	0.16

DIR (°N)	numero di giorni medio annui					
	Totale	$U_w > 6$	$U_w > 10$	$U_w > 12$	$U_w > 14$	$U_w > 16$
54	14	2	0	0		
46	16	5	3	1	0	
15	1	0	0	0		
14	1	0	0	0		
55	5	1	0	0		
44	4	0	0			
8	0	0	0			
13	2	1	0	0	0	
18	2	1	0	0	0	
13	1	0				
28	4	1	0	0		
57	21	3	1	0	0	
365	71	13	5	2	1	

Dall'analisi dei risultati riportati nelle figure e tabelle richiamate, per il canale di accesso al porto di Ortona si evince quanto segue:

- all'aumentare della velocità del vento il settore di esposizione anemometrica tende a restringersi I e IV quadrante;
- per vento di intensità superiore a 10 m/s (20 kn) il settore di esposizione anemometrica risulta compreso tra 330 e 60° N;
- per velocità del vento superiori a 12 m/s (24 kn) il settore di esposizione anemometrica si restringe al I quadrante andandosi a concentrare lungo la direzione 30° N all'aumentare dell'intensità del vento;
- velocità del vento superiori a 10 m/s si presentano per circa 13 giorni all'anno;
- velocità del vento superiori a 12 m/s si presentano per circa 5 giorni all'anno;
- velocità del vento superiori a 16 m/s (32 kn) si presentano mediamente per un solo giorno all'anno.

### **2.1.3 Correnti**

Ai fini della navigabilità le correnti di interesse sono quelle superficiali, ovvero quelle presenti fino ad una profondità di circa 10÷15 m che possono investire l'opera viva delle navi e quindi condizionare la loro manovrabilità.

A causa della forza di deviazione di Coriolis, una delle componenti principali dell'onda di marea astronomica si propaga in Adriatico seguendo un percorso antiorario, ovvero entrando da Otranto, risalendo le coste della ex Jugoslavia e scendendo lungo le coste orientali italiane. Grossomodo al largo di Ancona è localizzato un punto anfidromico. La corrente di marea, associate all'onda di marea, risulta debole e localmente tende ad orientarsi grossomodo parallelamente alla costa. Alla corrente di marea si sommano le correnti di densità e quelle indotte dal vento che complessivamente danno luogo alla corrente di circolazione generale il cui percorso risulta mediamente antiorario. In assenza di perturbazioni l'intensità della corrente generale risulta modesta dell'ordine di 0,2÷0,5 kn con direzione al largo di Ortona da nord-ovest verso sud-est. Come ben precisato da Carlo Borromeo nella monografia "Il Porto di Ortona nella dinamica dell'Adriatico", il principale motore delle correnti in Adriatico è il vento a causa dei fondali relativamente modesti che caratterizzano lo stesso mare. Il vento, come detto in precedenza, soffia mediamente con maggiore intensità dal I quadrante generando quindi un incremento della corrente generale. In occasione di venti particolarmente intensi, specialmente da tramontana, la corrente totale può raggiungere intensità di 1,5÷2,0

kn con direzione al largo di Ortona che può essere assunta parallela alla costa e quindi lungo la direttrice 330-150° N. Solo in rare occasioni e per velocità del vento estreme la corrente è in grado di superare i valori anzidetti.

La presenza di venti da Scirocco e da Levante può causare una inversione della corrente costiera lungo le coste abruzzesi e quindi con direzione da sud-est verso nord-ovest ma con intensità inferiori a quelle sopra menzionate.

## **2.2 Configurazione delle opere esterne portuali**

Con riferimento alle planimetrie di progetto, il prolungamento del molo sud verrà a determinare un porto a moli convergenti con un canale di accesso perfettamente rettilineo, orientato lungo la direzione 67 - 247° N.

La larghezza minima del canale di accesso è localizzata in corrispondenza della sezione di imboccatura ed è pari a 160 m. La larghezza del canale, di profondità 14,0 m, risulta superiore ai 200 m sia nella zona esterna all'imboccatura portuale sia nell'avamposto che si estende verso l'interno del porto per oltre 400 m dalla sezione di imboccatura. La larghezza media del canale di accesso nell'avamposto è superiore a 300 m.

Il canale di accesso principale si sviluppa all'interno del porto per una lunghezza superiore ad 1 km e termina nel cerchio di evoluzione interno al porto che presenta un diametro di 460 m. Complessivamente quindi la nave in ingresso avrà a disposizione uno spazio di arresto all'interno del porto perfettamente rettilineo e lungo circa 1,2 km con profondità di 14,0 m per i primi 400 m e di 13,0 m per la parte rimanente.

A sud del canale di accesso principale è stato previsto un canale di accesso secondario, distinto dal precedente, per il transito delle piccole imbarcazioni dirette al bacino turistico-peschereccio posto nella zona sud del porto. Le profondità minime di questo bacino sono state poste a -4,0 m sul l.m.m. per la darsena turistica e a -6,0 m sul l.m.m. per la darsena peschereccia dove sono localizzati lo scalo di alaggio ed il "travel-lift" a supporto dei cantieri.

Si evidenzia che i due canali di accesso, quello principale e quello secondario, non si intersecano mai per garantire una buona sicurezza dal punto di vista della navigazione. Inoltre nella darsena turistica è stato previsto uno scalo di alaggio per derive e piccole imbarcazioni che dal paramento lato mare del molo sud si affaccia direttamente verso la spiaggia dei Saraceni posta a sud del porto. In tal modo le piccole barche a vela non dotate di motore ausiliario (derive) non saranno costrette a

percorrere il canale di accesso secondario evitando di intralciare la navigazione delle navi e quindi eliminando possibili situazioni di rischio.

Di fronte alla darsena petroli, posta sulla destra del canale di accesso entrando subito dopo l'avamposto, è localizzato un cerchio di evoluzione con diametro di 280,0 m destinato alle piccole petroliere che verranno accolte dalla stessa darsena. La darsena, di forma rettangolare, risulta separata verso est da un molo lungo circa 225,0 m, verso ovest da un terrapieno lungo circa 365 m e verso nord dal terrapieno delimitato lato mare dall'esistente molo nord. Al centro della darsena è previsto un pontile, orientato approssimativamente lungo la direzione nord-sud, lungo 200,0 m che potrà consentire l'ormeggio di due navi contemporaneamente. Si evidenzia che la particolare localizzazione e delimitazione della darsena petroli offre i seguenti vantaggi dal punto di vista della sicurezza:

- la completa separazione fisica della darsena dal resto del porto;
- la protezione delle navi all'ormeggio da quelle in transito offerta dal molo posto ad est e dal terrapieno posto ad ovest;
- la protezione dal moto ondoso incidente offerta dal molo posto ad est che separa la darsena dall'avamposto;
- la vicinanza all'imboccatura portuale per consentire il veloce allontanamento delle navi in caso di pericolo (ad esempio in caso di incendio);
- la lontananza della darsena dalle attività produttive localizzate nel porto;
- la facilità di conterminazione di sostanze inquinanti qualora si verificassero perdite nei sistemi di scarico/carico delle navi.

Nei prossimi capitoli viene verificata la congruità degli spazi riservati all'evoluzione delle navi in relazione alla flotta di progetto, orientata ad accogliere navi ricadenti nella categoria Panamax, alle condizioni meteo marine locali e agli "standard" internazionali attualmente vigenti fissati dall'AIPCN.

Tuttavia preliminarmente alle verifiche condotte si possono fare le seguenti osservazioni di carattere generale:

1. adottando per le opere esterne portuali la configurazione a moli convergenti, si sono privilegiati gli aspetti navigazionali ovvero si è privilegiata la sicurezza delle manovre di ingresso ed uscita delle navi che avvengono mediamente con condizioni meteomarine orientate lungo l'asse della nave;
2. il canale di accesso risulta perfettamente rettilineo in ottemperanza ai citati standard internazionali che sconsigliano l'inserimento di curve lungo il tratto

del canale di accesso posto prima dell'ingresso del porto (per una distanza dalla sezione di imboccatura pari a circa 10 volte la lunghezza della massima nave) e lungo il tratto del canale destinato all'arresto delle navi;

3. sempre in ottemperanza ai citati standard internazionali, l'orientamento del canale di accesso risulta mediamente deviato di circa  $20^{\circ}\div 40^{\circ}$  rispetto all'asse della traversia ondometrica e anemometrica principale ricadente, come mostrato nei paragrafi precedenti, nel I quadrante. Infatti un contenuto disallineamento tra la traversia e l'asse del canale di accesso riduce mediamente la penetrazione delle onde nell'avamposto garantendo allo stesso tempo una buona capacità di manovra delle navi che nelle manovre di ingresso – le più pericolose – risultano esposte ad onde e venti che incidono sulla nave dal settore poppiero;
4. per quanto riguarda la corrente, essa risulta localmente parallela alla costa con direzione prevalente da nord-ovest verso sud-est e quindi grossomodo ortogonale all'asse del canale. Come mostrato nel seguito ciò non costituisce un problema ai fini della navigabilità dell'imboccatura portuale progettata e quindi dell'operatività del porto essendo stati previsti abbondanti spazi di manovra e di arresto delle navi.



### 3 Definizione della flotta di progetto

Nel presente paragrafo viene definita la flotta di progetto, ovvero, per ciascuna tipologia di traffico prevista, vengono definite le caratteristiche massime dimensionali delle navi (lunghezza fuori tutto LOA, larghezza B e pescaggio D) che potranno frequentare il porto di Ortona. Si evidenzia a tal proposito che i principali parametri geometrici di dimensionamento del porto (larghezza dell'imboccatura e del canale di accesso, profondità dell'imboccatura, dei canali e dei bacini portuali, dimensioni delle aree di evoluzione delle navi, ecc.) dipendono dalle dimensioni delle navi.

A causa della sua collocazione geografica e sulla base delle analisi eseguite in relazione ai traffici che il Porto di Ortona può ragionevolmente aspirare di conquistare, si è deciso di imporre che esso sia destinato ad accogliere il traffico commerciale espletato dalle navi ricadenti nella categoria Panamax, ovvero le navi le cui dimensioni non possono superare quelle massime ammissibili per il transito nelle conche di navigazione del Canale di Panama (lunghezza massima fuori tutto per navi passeggeri e contenitori 294,13 m, larghezza massima 32,31 m, pescaggio massimo 12,04 m per condizioni di acqua dolce tropicale "TFT - Tropical Fresh Water"). Questa scelta è scaturita dal fatto che in relazione al traffico contenitori tali navi in futuro verranno sempre più dedicate al traffico di tipo "feeder", cioè allo smistamento nei porti minori dei contenitori provenienti dai trasporti intercontinentali che si servono dei porti "hub" dotati di alti fondali. Tali porti in Italia attualmente sono costituiti da quelli di Cagliari, Gioia Tauro, Genova, Napoli, Civitavecchia e La Spezia nel Tirreno e quelli di Taranto, Brindisi e Trieste nell'Adriatico. Nel futuro in base ai nuovi PRP si aggiungeranno a questi porti quelli di Livorno, Ravenna e Ancona.

Per quanto riguarda la tipologia dei traffici, quelli previsti per il porto di Ortona nell'ambito del P.R.P. 2010 sono i seguenti:

- contenitori;
- ro-ro e ro-ro pax;
- rinfuse solide;
- rinfuse liquide (petroli- merci pericolose);
- crociere.

Nella in Figura 6 sono riportate schematicamente le destinazioni d'uso e le profondità dei bacini portuali previsti dalla configurazione di P.R.P. 2010.

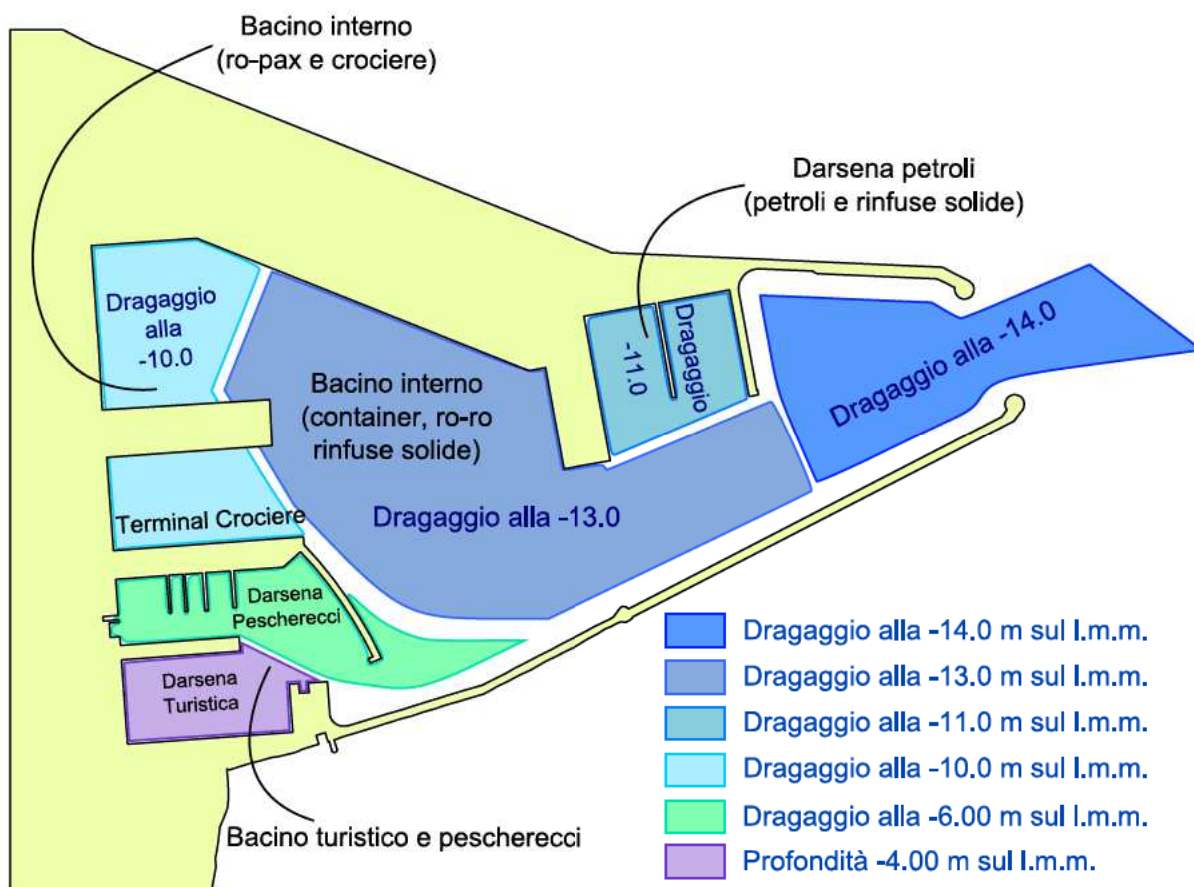


Figura 6. Planimetria schematica dei bacini interni previsti dal P.R.P.2010.

In accordo con le raccomandazioni AIPCN-PIANC (“Approach Channel. A Guide for Design – 1997”) in prima approssimazione e per porti caratterizzati da contenuti dislivelli di marea astronomica come lo è il Porto di Ortona, il pescaggio delle navi di progetto può essere definito in prima analisi in modo tale da rispettare i seguenti valori del rapporto  $d/D$ , dove  $d$  è la profondità dello specchio acqueo e  $D$  è il massimo pescaggio della nave:

- $d/D=1.15$  nei bacini parzialmente esposti al moto ondoso;
- $d/D=1.10$  nei bacini interni poco esposti all’agitazione dovuta al moto ondoso.

Le raccomandazioni suggeriscono inoltre di verificare in prima approssimazione che nel canale di accesso e nelle aree di manovra direttamente esposte al moto ondoso, sia garantito un rapporto  $d/D$  pari a circa 1.30.

Con riferimento alla Figura 6 e nel rispetto dei rapporti  $d/D$  sopra indicati, nella Tabella 6 sono riportati i massimi pescaggi ( $D$ ) ammissibili nell’avamposto e nei vari bacini portuali. Sempre nella stessa tabella vengono riportati i relativi franchi sotto chiglia (“UKC = under keel clearance”) rispetto al I.m.m. e in assenza di movimenti verticali (sussulto e beccheggio) della chiglia delle navi.

**Tabella 6. Profondità di progetto, pescaggi massimi (D) e franchi sotto chiglia (UKC) nell'avamposto e nei diversi bacini portuali.**

	<i>d [m]</i>	<i>d/D</i>	<i>D [m]</i>	<i>UKC [m]</i>
Darsena Petroli (Petroli/Rinfuse Solide)	11	1.15	9.6	1.4
Bacino interno (Ro-Pax/Crociere)	10	1.15	8.70	1.3
Bacino interno (Contenitori/merci varie/ro-ro)	13	1.10	11.80	1.2
Aree direttamente esposte al moto ondoso Canale di accesso/Avamposto	14	1.18	11.80	2.2

Dall'analisi della tabella risultano quindi le seguenti limitazioni:

- nella darsena petroli, che accoglierà rinfuse liquide (idrocarburi) e solide, il pescaggio massimo delle navi è limitato al valore 9,6 m (UKC = 1,4 m);
- nel bacino interno destinato ad accogliere navi ro-pax e crociere, il pescaggio massimo delle navi è limitato al valore 8,7 m (UKC = 1,3 m);
- nel bacino interno, destinato ad accogliere le navi contenitori, navi per merci varie, ro-ro e rinfusiere solide possono ormeggiare navi con pescaggio massimo di 11,8 m (UKC=1,2 m);
- per la verifica delle condizioni di navigabilità nel canale di accesso e nell'avamposto si ottiene, per la nave con pescaggio maggiore (11.80 m), un valore del rapporto d/D pari a 1.18 (UKC mai inferiore a 2.2 m).

Per la definizione della flotta di progetto si è fatto riferimento al "Clarkson's Register (ed. 2005)", una banca dati che contiene le caratteristiche di gran parte della flotta mondiale suddivisa per le varie tipologie di traffici: Tankers, Bulk Carrier, Container Ship, Ro-Ro.

Nella Tabella 7 è riportato per ciascuna tipologia di traffico il relativo numero totale di navi presente nella banca dati, le dimensioni medie delle navi e la stazza media espressa in DWT.

Tabella 7. Numero di navi estratto dal Clarkson's Register utilizzato per l'analisi della flotta.

<i>Classe</i>	<i>Numero di navi considerate</i>	<i>Lunghezza media (m) Loa [m]</i>	<i>Larghezza media (m) B [m]</i>	<i>Pescaggio medio (m) D [m]</i>	<i>Stazza media (DWT)</i>
Tankers	3759	190	32	12	75800
Bulk Carrier	3499	208	32	13	67600
Ro-Ro	635	167	26	7.8	12300
Container	2529	198	28	10	32855
<b>Totale</b>	<b>10422</b>				

Al fine di individuare la flotta di progetto, si è imposto per ciascuna tipologia di nave il relativo massimo pescaggio riportato nella Tabella 8 ricavando di conseguenza le massime lunghezze e le massime larghezze delle navi.

Nei grafici di Figura 8 sono riportati per ciascuna tipologia di nave i due "scatter plot" di correlazione tra la lunghezza fuori tutto, LOA (pannelli di sinistra), e la larghezza delle navi, B (pannelli di destra), con il relativo pescaggio D. La barra verticale presente nei diagrammi rappresenta la limitazione del pescaggio massimo delle navi riportata nella Tabella 6.

In merito alle navi da crociera (Cruise Ship), il Clarkson's Register non contiene informazioni, pertanto è stata svolta un'indagine indipendente consultando le dimensioni dichiarate per le proprie navi dalle più importanti compagnie di navigazione crocieristiche. Complessivamente sono state prese in considerazione 239 navi. I risultati ottenuti sono riportati sotto forma di "scatter plots" nella fig. 9.

Dall'analisi dei dati riportati nelle figure 8 e 9, si è quindi ottenuta la flotta di progetto riportata in Tab. 8. In conclusione il porto sarà in grado di accogliere rispetto alla flotta mondiale:

- circa l'80% delle navi contenitori;
- circa il 44% delle navi per rinfuse solide;
- circa il 37% delle navi petroliere;
- circa il 62% delle navi ro-ro e ro-pax;
- circa il 62% delle navi da crociera.