



Consorzio per l'Area di Sviluppo
Industriale del Vastese

Via Ciccarone n.98/E
66054 VASTO (CH)
tel. 0873.367519 / 0873.364049

PORTO DI VASTO - PUNTA PENNA

LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE E POTENZIAMENTO
DELLE INFRASTRUTTURE PORTUALI

CIPE – 138/2000

PIANO REGOLATORE PORTUALE 2007

ALLEGATO 7

ASPETTI MARITTIMI DI NAVIGABILITA' E AGIBILITA' PORTUALE

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MODIMAR s.r.l.	capogruppo mandataria
Med.I.F. s.r.l.	componente mandante
Tecnoconsud s.r.l.	componente mandante

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ING. NICOLA BERNABEO

CAPO PROGETTO:

PROF. ING. ALBERTO NOLI

LUGLIO 2007

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	FUNZIONALITÀ MARITTIMA DI UN PORTO	5
2.1	ASPETTI NAVIGAZIONALI	6
2.2	ASPETTI DI AGIBILITÀ PORTUALE.....	8
2.3	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DI CANALI DI ACCESSO E SPAZI DI MANOVRA.....	8
2.3.1	<i>Profondità dei canali di accesso e degli specchi portuali.....</i>	9
2.3.2	<i>Larghezza del canale di accesso e ampiezza dell'avamposto</i>	12
2.3.3	<i>Dimensioni delle darsene interne (bacini portuali).....</i>	17
2.4	IMPOSTAZIONE DELLA FLOTTA DI PROGETTO.....	19
3	ATTUALI ASPETTI MARITTIMI DEL PORTO DI VASTO (2007).....	22
3.1	ATTUALE CONFORMAZIONE PLANOALTIMETRICA.....	22
3.2	CARATTERISTICHE DELLE MASSIME NAVI MERCANTILI ATTUALMENTE ACCESSIBILI AL PORTO COMMERCIALE DI PUNTA DELLA PENNA (VASTO)	25
3.3	ATTUALI CRITICITÀ MARITTIME.....	26
4	ASPETTI MARITTIMI DELLA CONFIGURAZIONE DI PRP-2007	28
4.1	PECULIARITÀ DEL NUOVO ASSETTO PLANIMETRICO PREVISTO DAL PRP 2007	29
4.2	MIGLIORAMENTO DEGLI ASPETTI DI SICUREZZA PER EVENTUALI ATTIVITÀ INDUSTRIALI E/O PETROLIFERE IN AMBITO PORTUALE.....	29
5	STUDIO DELLA NAVIGABILITÀ.....	31
5.1	ANALISI DEGLI SPAZI UTILI E DELLE ROTTE DI ACCESSO	33
5.1.1	<i>Profondità dei canali di accesso</i>	33
5.1.2	<i>Larghezza canale di accesso</i>	34
5.2	CERCHIO DI EVOLUZIONE.....	39
6	STUDIO DELL'OPERATIVITÀ DELLE IMBOCCATURE PORTUALI.....	42
6.1	DEFINIZIONE DELL'ALTEZZA D'ONDA LIMITE AL FRANGIMENTO.....	42
6.2	PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DELL'ALTEZZA D'ONDA LIMITE AL FRANGIMENTO	43
7	STUDIO DEL "DOWN TIME" DELLE BANCHINE.....	45
7.1	LIMITI DI OPERATIVITÀ DELLE BANCHINE	47

1 INTRODUZIONE

L'insieme delle problematiche connesse sia con le manovre di ingresso ed uscita delle navi da una struttura portuale sia con le fasi di stazionamento all'ormeggio lungo le banchine costituiscono gli aspetti marittimi di funzionalità ed esercizio di un sistema portuale. Nel loro insieme rappresentano una disciplina di "confine" che richiede conoscenze e metodologie di analisi che attingono ai distinti settori specialistici dell'architettura e ingegneria navale, della tecnica della navigazione, dell'ingegneria portuale e dell'idraulica marittima.

Un'errata valutazione dei distinti aspetti marittimi che caratterizzano un sistema portuale può condizionare la conformazione della flotta navale e/o le modalità di navigazione nelle manovre di accesso/uscita o di stazionamento all'ormeggio limitando di conseguenza l'operatività effettiva del porto con ripercussioni economiche anche sensibili sui traffici marittimi esistenti compromettendone le potenzialità di sviluppo.

In questo contesto si evidenzia che la stesura nel 2007 del Piano Regolatore Portuale del porto di Punta Penna (Vasto) si è resa necessaria proprio perché quello attualmente vigente (approvato con D.M. n.7758 il 6/12/1969) non è ormai più concretamente aggiornabile non solo perché "datato" rispetto alle mutate esigenze e sviluppi tecnologici dei moderni traffici portuali, ma soprattutto perché è stato oggetto nel corso dei decenni di più varianti dell'originario assetto planimetrico della diga foranea di ponente dettate dall'esigenza di dover ridurre le condizioni di esposizione meteomarina non solo eccessive all'imboccatura portuale ma anche con sensibili ripercussioni in termini di sicurezza alla navigazione e di agitazione ondosa residua lungo gli attuali fronti di ormeggio.

Al fine di verificare in modo oggettivo la validità del nuovo assetto portuale proposto nell'ambito del suddetto Piano Regolatore Portuale (2007) è stata condotta una prima analisi critica degli aspetti marittimi che contraddistinguono l'attuale configurazione portuale trovando pieno riscontro con l'esperienza maturata in passato dall'Ufficio Circondariale Marittimo sulle problematiche di navigabilità, agibilità e stazionamento all'ormeggio dei natanti.

Il presente documento illustra, sulla base delle linee guida e degli standard definiti dal PIANC ⁽¹⁾, gli aspetti marittimi relativi alle condizioni di navigabilità e agibilità portuale che

¹ Permanent International Association of Navigation Congresses (fondato nel 1885 e composto da 40 membri nazionali), rappresenta il massimo organo internazionale nel campo della navigazione marittima e fluviale, coordina e promuove lo sviluppo e la diffusione di esperienze scientifiche e tecniche anche tramite l'emissione di specifiche linee guida.

contraddistinguono l'attuale configurazione portuale (capitolo 3) e come queste vengono migliorate (capitolo 4) con il nuovo assetto infrastrutturale previsto dal Piano Regolatore Portuale redatto nel 2007.

Sulla base di questi elementi sono state definite le caratteristiche geometriche delle navi compatibili con la conformazione planimetrica del Porto di Vasto nonché le condizioni di operatività dell'imboccatura portuale e dei fronti di accosto. I risultati del presente studio specialistico possono quindi costituire la base di riferimento per la stesura da parte dell'Autorità Marittima del Regolamento relativo alle operazioni di entrata, uscita ed ormeggio delle distinte tipologie di imbarcazioni che con l'attuazione del Piano Regolatore Portuale del 2007 potranno accedere al Porto di Vasto.

Purtroppo, contrariamente a quanto disposto da precise normative internazionali per i sistemi aeroportuali ⁽²⁾, nel campo dei sistemi portuali non esistono direttive vincolanti per il dimensionamento planoaltimetrico delle opere marittime con particolare riferimento ai requisiti minimi connessi con le problematiche delle rotte di avvicinamento, manovra, accosto e stazionamento in banchina. Di conseguenza la progettazione di un sistema portuale è affidata interamente all'esperienza ed acume sviluppati nello specifico settore delle opere marittime dal tecnico progettista. Questi è tenuto ad individuare soluzioni che assicurino adeguati livelli di sicurezza nei confronti di possibili rischi di collisione e/o incagliamento delle navi ma nel contempo consentano di ottimizzare le dimensioni degli specchi portuali e soprattutto minimizzino i costi di costruzione e manutenzione delle infrastrutture e delle operazioni portuali.

Per rendere più esaustiva la lettura del documento si è preliminarmente descritta (capitolo 2) la metodologia di studio seguita per verificare le problematiche e funzionalità marittime del Porto di Vasto. In particolare per l'impostazione dei dati di base, la definizione delle dimensioni standard delle imbarcazioni e delle relative "geometrie", il calcolo delle dimensioni minime necessarie per il rispetto dei requisiti di sicurezza alla navigazione, manovra, ormeggio e stazionamento delle imbarcazioni, si è fatto riferimento alla seguente bibliografia specializzata:

- "Fondamenti di Costruzioni Marittime", Prof. Ing. Alberto Noli (2007)
- "Underkeel Clearance for Large Ship", Rapporto finale del gruppo di lavoro PTC II, Supplemento al Bollettino n.51 del PIANC (1985)

² L'art. 15 della Convenzione sull'Aviazione Civile Internazionale, ratificata a Chicago nel 1948, dispone che tutti gli aeroporti aperti al pubblico che ricadono nella giurisdizione di uno Stato Contraente devono fornire standard uniformi per gli aeromobili. Inoltre, l'articolo 28 e 37 della stessa Convenzione obbligano gli Stati Contraenti a fornire, aeroporti, sistemi di navigazione aerea ed altri servizi in accordo con gli standard e le raccomandazioni predisposte dall'ICAO (International Civil Aviation Organization, agenzia autonoma delle Nazioni Unite).

- “Approach Channels A guide for Design”, Rapporto finale del gruppo di lavoro PTC II-30, Supplemento al Bollettino n.95 del PIANC (1997)
- “Port Engineering – Planning, Construction, Maintenance and Security “, Gregory P.Tsinker, Ed. Wiley (2004)
- “Planning and design of Ports and Marine terminals”, Autori vari, Ed. Thomas Telford (2004)
- “Port’s designer’s handbook: recommendations and guidelines”, Carl. A. Thoresen. Ed. Thomas Telford (2003).

Per l’analisi di dettaglio delle specifiche problematiche di navigabilità ed agibilità del porto di Vasto sono state utilizzate le informazioni ed i dati forniti dal CoASIV e dall’Autorità Marittima, nonché gli elaborati grafici ed i seguenti studi specialistici sviluppati nell’ambito della redazione dello stesso Piano Regolatore Portuale del 2007: I suddetti studi, riportati in appositi elaborati cui si rimanda per i dettagli, sono costituiti da:

- Studio meteo marino;
- Studio della penetrazione del moto ondoso;
- Norme tecniche di attuazione del P.R.P.

Il presente studio specialistico è stato redatto dagli Ing. Paolo Contini e Andrea Sanzone con il coordinamento tecnico-scientifico del Prof. Alberto Noli.

2 FUNZIONALITÀ MARITTIMA DI UN PORTO

Le caratteristiche di funzionalità marittima di un porto riguardano l'insieme delle problematiche connesse con il comportamento delle navi relativo sia alle manovre di ingresso ed uscita dalla struttura portuale sia ai movimenti delle navi nelle fasi di stazionamento all'ormeggio lungo le banchine. La prima serie di problematiche riguarda gli aspetti navigazionali e di agibilità dell'imboccatura portuale la seconda gli aspetti di operatività (operazioni di carico e scarico) e sicurezza della stessa imbarcazione e degli elementi strutturali e di ormeggio (bitte e parabordi) della banchina.

Per una corretta analisi degli aspetti marittimi che contraddistinguono una struttura portuale è necessario fare riferimento ed integrare tra loro distinte tematiche che riguardano l'architettura navale, la tecnica della navigazione, l'ingegneria portuale e l'idraulica marittima.

Oltre alla verifica del rispetto dei necessari requisiti di sicurezza alla navigazione nelle fasi di manovra (ingresso, uscita ed evoluzione interna) e di accosto in banchina, volendo valutare a pieno la funzionalità di un sistema portuale per gli aspetti marittimi, è indispensabile verificare anche le sue condizioni limite di operatività (down-time) riconducibili ai possibili scenari di agibilità dell'imboccatura portuale e di stazionamento lungo le banchine di accosto. Tutti questi elementi di valutazione della funzionalità marittima di un porto dipendono dalla combinazione di molteplici fattori tra i quali in particolare:

- la configurazione planolattimetrica delle opere portuali;
- la geomorfologia dei fondali interni ed esterni;
- le condizioni di esposizione meteo marina in particolare moto ondoso e vento;
- il regime di esposizione meteo marina in corrispondenza del canale di accesso all'imboccatura portuale;
- il grado di agitazione ondosa residua lungo gli spazi di manovra e le banchine di ormeggio;
- le dimensioni caratteristiche ed i limiti operativi delle imbarcazioni destinate ad utilizzare il sistema portuale e degli eventuali mezzi di supporto.

Prima di entrare nel merito sugli aspetti marittimi relativi al porto di Vasto (riferendosi sia allo stato attuale che alla configurazione prevista dal PRP 2007) in questo capitolo si

riportano alcune considerazioni, desunte dalla letteratura specializzata ⁽³⁾, in merito ai requisiti dimensionali minimi da rispettare nell'impostazione della conformazione planoaltimetrica di una struttura portuale riconducibili alle caratteristiche della "flotta di progetto" ed alle condizioni di esposizione meteo marina del sito.

2.1 Aspetti navigazionali

I problemi principali che devono essere risolti attraverso l'analisi degli aspetti navigazionali sono i seguenti:

- allineamento e larghezza dei canali di accesso e delle imboccature portuali;
- profondità dei canali di accesso;
- forma e dimensioni degli spazi di manovra all'interno dei porti, con particolare riferimento allo spazio di arresto.

E' evidente l'importanza di una soluzione corretta dei problemi legati agli aspetti navigazionali, essendo le zone portuali sopra indicate quelle che comportano normalmente i maggiori investimenti finanziari; una loro modifica, dopo la costruzione, è in generale complessa se non impossibile.

La loro progettazione deve essere effettuata tenendo ben presenti le necessità attuali e future e facendo ricorso a criteri di flessibilità e di adattabilità.

E' da sottolineare che l'impiego di navi molto grandi (di portata superiore a 50.000÷70.000 DWT) ha comportato importanti modificazioni nei criteri seguiti in un passato anche abbastanza recente, in quanto il comportamento di tali navi in navigazione è molto differente da quello delle navi convenzionali. Cambiano infatti sostanzialmente i tempi di reazione all'azione del timone o alla variazione del numero di giri del motore. Tale mutato comportamento delle navi ha richiesto l'introduzione di nuovi criteri operazionali nelle manovre di avvicinamento al porto o in quelle che si svolgono nelle diverse zone interne.

Le modifiche intervenute nelle dimensioni e quindi nella condotta nautica della navi non sono certamente finite, in quanto si osserva una continua evoluzione nell'architettura navale, stimolata dall'evoluzione dei traffici e dal progresso tecnologico. Se un porto non è dimensionato per fare fronte a questo sviluppo, esso è inevitabilmente soggetto a ritardi, fenomeni di congestione, rischio di collisioni, inconvenienti vari, con inevitabili gravi ripercussioni economiche.

³ Fondamenti di costruzioni marittime. Nozioni di ingegneria portuale. Prof. Ing. Alberto NOLI, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", 2007.

Le manovre di avvicinamento delle navi alle banchine portuali comprendono tre fasi ben distinte:

- la prima fase comprende la preparazione sottocosta al passaggio nel canale di accesso al porto;
- la seconda fase all'impegno degli spazi di approccio al porto e la manovra ultima di evoluzione, rallentamento ed eventuale fermata nell'avamporto;
- la terza infine riguarda le manovre di ingresso nelle darsene portuali interne e di avvicinamento ed ormeggio alla banchina.

Fasi simili, invertite nel tempo, sono tipiche delle manovre di partenza. La natura delle diverse fasi viene individuata in base ad un accettabile intervallo di velocità delle navi (compreso fra una velocità massima ed una minima) all'interno del quale la sicurezza può essere ritenuta accettabile. A titolo di esempio, la manovra di ingresso in un porto può essere effettuata con velocità non inferiore e non superiore ad un determinato limite, affinché la nave possa arrestarsi negli specchi portuali interni senza timore di fallire la manovra con il rischio di collisione contro le stesse strutture portuali.

E' chiaro che quanto sopra detto determina le dimensioni dell'ingresso portuale e del successivo avamporto (area di manovra).

Come già ricordato le dimensioni delle navi moderne e la conseguente elevata inerzia danno luogo a spazi di manovra molto superiori a quelli corrispondenti alle navi tradizionali. L'assistenza dei rimorchiatori (spesso contemporanea) è necessaria per modeste velocità di avanzamento ed in spazi ristretti. L'efficacia dei rimorchiatori è tanto più elevata quanto minore è la velocità delle navi.

Non si può trascurare l'eventualità che durante le manovre di avvicinamento si verifichi la rottura del propulsore o del timone delle navi. L'inconveniente, che dipende ovviamente anche dall'efficienza e frequenza delle operazioni di manutenzione, si verifica con maggiore facilità nelle fasi di avvicinamento che non in quelle ordinarie (viaggio a regime) a causa delle rapide ed improvvise variazioni di regime del motore. Le conseguenze dell'inconveniente stesso possono essere minimizzate, in particolare allorquando si è in presenza di merci pericolose (es. navi gasiere), con un adeguato studio della configurazione portuale e/o dei fondali in prossimità degli ostacoli fissi.

Un argomento importante, relativamente al comportamento delle navi, è quello della deviazione della rotta effettiva rispetto a quella ideale, imputabile a diversi fattori, fra cui anche quello umano. Pertanto il dimensionamento delle aree di navigazione e manovra deve tenere conto del carattere "stocastico" delle deviazioni dalla rotta ideale dovute al comportamento umano del pilota considerando i necessari margini di tolleranza.

2.2 Aspetti di agibilità portuale

Con il termine agibilità portuale si intende il numero medio di giorni dell'anno in cui un sistema portuale riesce a svolgere in sicurezza le proprie funzioni di traffico marittimo che possiamo sostanzialmente distinguere in:

- Agibilità dell'imboccatura portuale relativa alle fasi di ingresso/uscita delle imbarcazioni dal porto;
- Agibilità degli accosti relativa alle fasi di stazionamento in banchina per le operazioni di carico/scarico delle merci ed eventuali rifornimenti/manutenzioni delle imbarcazioni.

L'agibilità dell'imboccatura portuale dipende dalle condizioni di esposizione meteomarina (in particolare moto ondoso, vento e corrente), dalle caratteristiche geomorfologiche dei fondali e dalle capacità di manovra delle imbarcazioni.

Per quanto riguarda l'agibilità degli accosti occorre distinguere due tipi di condizioni: la prima riguarda la possibilità che l'imbarcazione possa stazionare all'ormeggio svolgendo le operazioni di carico e scarico; la seconda riguarda la possibilità che la nave possa mantenere l'ormeggio anche se i movimenti a cui è soggetta superano quelli massimi ammissibili per poter compiere operazioni di carico e scarico delle merci ma comunque non comportano danni per la stessa imbarcazione o per il sistema di ormeggio (struttura della banchina, bitte e parabordi). Questi due scenari di agibilità degli accosti sono strettamente correlati alle caratteristiche di esposizione meteomarina di ogni singolo punto di ormeggio, alla geometria delle imbarcazioni ed, ovviamente, alle caratteristiche e vincoli tecnici delle operazioni di carico/scarico.

2.3 Caratteristiche geometriche di canali di accesso e spazi di manovra

Nel presente paragrafo vengono descritti i criteri principali suggeriti dalla letteratura specializzata per il dimensionamento e la verifica dei canali di accesso e degli specchi liquidi necessari per le manovre delle imbarcazioni nelle fasi di ingresso od uscita dai bacini portuali e di accosto alle banchine di ormeggio.

In particolare si è fatto riferimento alle linee guida e raccomandazioni redatte dai gruppi di lavoro e dal comitato tecnico del PIANC (Permanent International Association of Navigation Congress) massimo organo internazionale nel settore marittimo.

2.3.1 Profondità dei canali di accesso e degli specchi portuali

Nelle fasi di avvicinamento e di manovra all'interno di un sistema portuale è indispensabile assicurare che: tra la profondità media del fondale H_{media} ⁽⁴⁾ e la massima immersione della chiglia della nave D_{max} , al netto di specifici fattori di tolleranza ⁽⁵⁾ da quantificare di volta in volta, permanga comunque un adeguato tirante idrico F_n , il così detto "franco netto sotto chiglia" (net underkeel clearance), tale non solo da scongiurare fenomeni di impatto incontrollato della chiglia della nave contro il fondale marino (incagliamento/arenamento) ma anche da assicurare il rispetto dei requisiti minimi di manovrabilità dell'imbarcazione in "acque basse".

Infatti un eventuale incidente di incagliamento/arenamento dell'imbarcazione, (per valori di $F_n \leq 0$) oltre alle inevitabili ripercussioni sull'operatività del sistema portuale, può indurre danni tali da compromettere l'incolumità delle maestranze marittime con ripercussioni anche per l'ambiente circostante. Un valore del "franco netto sottochiglia" F_n eccessivamente limitato potrebbe avere ripercussioni tali sulle condizioni di navigabilità (incremento della resistenza al moto, diverso appoppamento o "squat", modifica della risposta del timone) da condizionare gli altri parametri di riferimento (come la larghezza del canale, i raggi di curvatura delle rotte) per il rispetto dei necessari margini di sicurezza nelle manovre.

Ovviamente ove le quote naturali dei fondali che contraddistinguono un sistema portuale sono tali da non assicurare il necessario valore minimo del franco netto sottochiglia F_n , salvo intervenire su alcuni fattori riconducibili sia alle caratteristiche della nave (ad es. allibandola per ridurne il pescaggio ma a discapito del carico utile) sia alle prescrizioni sulla navigazione (imponendo determinate rotte e velocità di manovra), è necessario procedere all'escavazione dei fondali assicurandone la manutenzione nel tempo qualora si registrino fenomeni di insabbiamento. In questo caso considerazioni di carattere tecnico ed economico devono indirizzare il progettista nell'ottimizzazione della necessaria quota minima dei fondali al fine di contenerne i costi di escavazione e di manutenzione comunque nel rispetto dei margini di sicurezza che dovranno essere adeguati al sia danno medio "atteso" per la nave (tipologia e gravità di un eventuale incagliamento) sia ai costi delle possibili ripercussioni complessive (ridotta operatività del sistema portuale, rischi per le vite umane e per l'ambiente marino). Una soluzione rigorosa del problema può essere raggiunta tramite un approccio probabilistico che però impone la preliminare conoscenza e

⁴ Pari al tirante idrico tra il livello medio marino e la quota media del fondale, desumibile anche dalle carte nautiche

⁵ Ad esempio le irregolarità e variazioni nel tempo della quota media del fondale o le possibili oscillazioni verticali della stessa nave sotto l'azione del moto ondoso.

definizione delle “distribuzioni di probabilità” dei distinti fattori che contribuiscono a ridurre il tirante idrico sottochiglia. Questa metodologia è condizionata da numerose difficoltà nella pratica applicativa. Ad esempio nel caso di frequenti e rapide modifiche delle profondità come nel caso di fondali limosi e/o sabbiosi interessati da fenomeni di interrimento rende alquanto complessa la determinazione delle densità di probabilità rappresentativa delle irregolarità del fondale; per la definizione della probabilità di eccedenza oltre un determinato valore della risposta verticale di una nave all'azione del moto ondoso hanno un ruolo fondamentale non solo la conoscenza delle caratteristiche “locali” di esposizione al moto ondoso ma anche quelle di “risposta” dell'imbarcazione che difficilmente possono essere univocamente determinate anche nell'ambito della stessa classe tipologica di imbarcazioni.

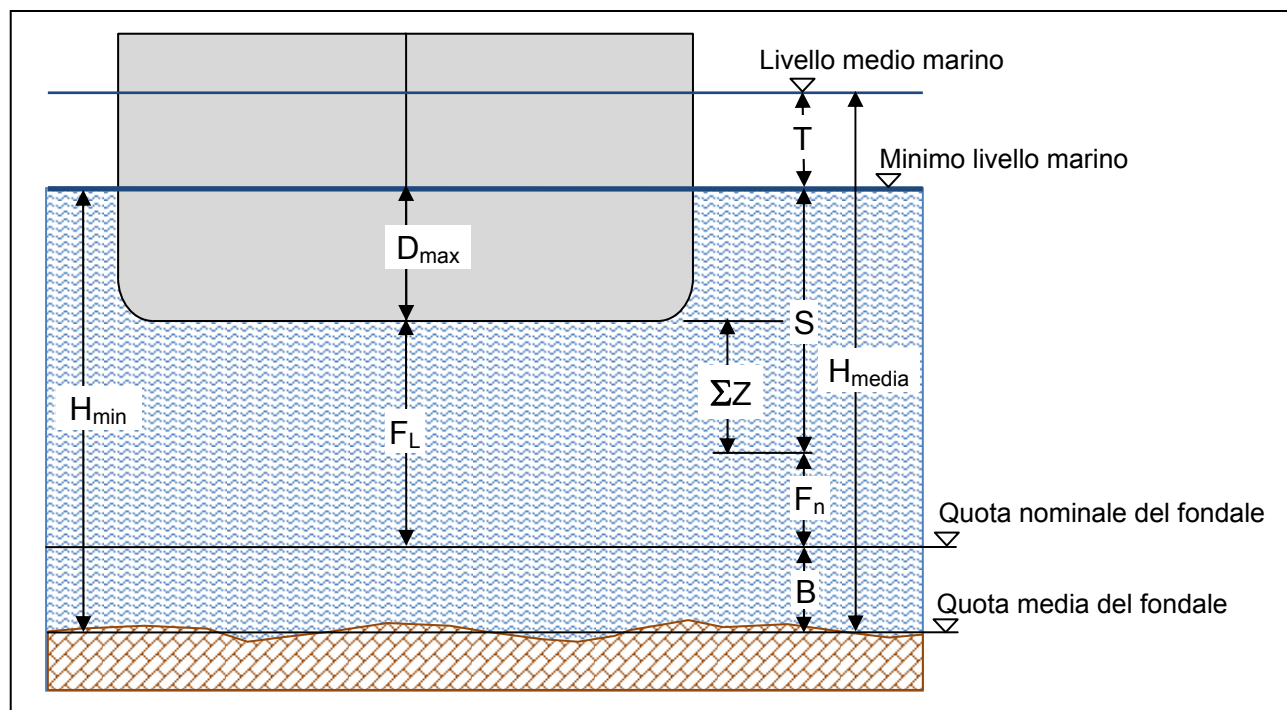


Fig. 2.1 – Schematizzazione dei fattori che condizionano il pescaggio della nave

Con riferimento allo schema della figura 2.1, pur depurando la profondità media del fondale H_{media} del fattore T che tiene conto dei massimi “abbassamenti” quasi-statici del livello marino ⁽⁶⁾, per il calcolo della profondità minima del fondale H_{min} , necessaria per consentire la corretta manovra di una determinata imbarcazione, si devono valutare gli fattori indicati nella seguente equazione:

$$H_{min} = B + S + F_n$$

dove:

- H_{min} = profondità minima del fondale riferita al medio mare (m) al netto dei fattori di riduzione del livello marino;
- B = fattori limitanti il fondale correlati alle caratteristiche geomorfologiche di questo ed agli eventuali interventi di dragaggio;
- S = fattori di “pescaggio” della nave correlati sia alle caratteristiche al galleggiamento che di navigabilità dell’imbarcazione;
- F_n = minimo valore del franco netto sotto chiglia correlato alla natura del fondale (sabbioso roccioso) alle condizioni di manovra ed al “danno” accettabile in caso di incagliamento/arenamento dell’imbarcazione.

Il termine B rappresenta i margini di tolleranza da attribuire alla effettiva quota del fondale e dipende oltre che dalla stessa naturale irregolarità del fondo marino anche dalla effettiva quota di dragaggio che peraltro può essere modificata nel tempo da fenomeni di interrimento (talvolta con valori ragguardevoli per porti la cui imboccatura ricade su bassi fondali sabbiosi all’interno della cosiddetta “fascia attiva” della morfodinamica litoranea)

Il termine S è invece scomposto in funzione di due termini: $S = D_{max} + \sum Z$

- D_{max} = il pescaggio massimo della nave D_{max} a pieno carico in condizioni statiche
- $\sum Z$ = l’incremento “statico” e “dinamico” del pescaggio della nave correlato alle
 - possibili tolleranze delle condizioni di galleggiamento dell’imbarcazione
 - condizioni di navigazione e di esposizione al moto ondoso dello scafo

Il termine $\sum Z$ è quello più aleatorio in quanto dipende dalla combinazione delle distinte condizioni sia di esposizione dello scafo ai fattori meteomarini (vento, moto ondoso, correnti) sia di “assetto” durante le varie fasi di manovra. Solitamente viene esplicitato in funzione di due parametri così distinti:

$$\sum Z = Z_D + Z_W + Z_S + Z_H$$

- Z_D = esprime lo “sbandamento” del pescaggio dovuto alla possibile diversa posizione dei carichi nello scafo, si è soliti considerare un valore di 0,25 m ogni 100 m di lunghezza dell’imbarcazione;
- Z_W = esprime il maggiore pescaggio riconducibile alle possibili variazioni del grado di salinità e quindi di densità dell’acqua marina;
- Z_S = esprime l’abbassamento di poppa (squat) per andature in dislocaimento;
- Z_H = esprime l’abbassamento dello scafo indotto dal moto ondoso.

Infine il termine F_n rappresenta il margine di sicurezza o tolleranza da assumere per scongiurare gravi “danni complessivi” in caso di incagliamento accidentale assicurando nel contempo il rispetto delle condizioni di corretta manovrabilità dell’imbarcazione.

⁶ Si compone principalmente della componenti “negative” delle maree astronomiche e meteorologiche e deve tenere

Solitamente si assumono valori compresi tra 0.5 e 1,0 m; il valore minimo può essere considerato per fondali sabbiosi ed in condizioni di manovre a basse velocità; nel caso di fondali rocciosi o nella previsione di dover condurre manovre a velocità elevate è bene è consigliato utilizzare il valore massimo.

La somma dei termini Z e F_n quantifica il “franco lordo sottochiglia” F_L (Gross Underkeel Clearance) che per definizione rappresenta il margine teorico tra il pescaggio massimo di progetto della nave e la quota nominale del fondale.

Nelle fasi di pianificazione e progettazione preliminare di un sistema portuale il PIANC considera sufficiente fare riferimento al franco lordo sottochiglia F_L quantificandolo in funzione di una quota percentuale della massima immersione di progetto dell'imbarcazione D_{max} :

$$F_L = k \cdot D_{max}$$

In funzione delle condizioni di esposizione della nave ai fattori meteomarini sono suggeriti i seguenti valori percentuali:

- in mare aperto dove l'imbarcazione è più esposta all'azione diretta del moto ondoso e del vento e presenta maggiori variazioni di assetto nelle manovre è suggerito $k = 20\%$;
- nel canale di accesso ed in aree di attesa comunque soggette ad onde di mare morto di caratteristiche cospicue e da possibili ampie manovre di arresto ed evoluzione dell'imbarcazione anche è bene considerare $k = 15\%$;
- nei canali e aree di manovra ed ormeggio dove le imbarcazioni risultano meno esposte all'azione del moto ondoso e sono contraddistinte da manovre più controllate si può considerare $k=10\%$.

Le percentuali indicate dal PIANC (1980) sono state tratte dalle esperienze pratiche dell'Eurocanale, valide per petroliere di portata lorda superiore a 200.000 TDW. Si precisa però che questi valori possono risultare del tutto insufficienti, a parità di portata lorda, per altri tipi di navi (ad es. gasiere o porta rinfuse).

2.3.2 Larghezza del canale di accesso e ampiezza dell'avamporto

In generale una nave non può percorrere una rotta perfettamente rettilinea perché il suo effettivo percorso è soggetto a fenomeni di “deriva”, rispetto alla rotta ideale, riconducibili a molteplici fattori che di fatto comportano anche sensibili variazioni delle forze esterne agenti sulla nave e quindi costringono il pilota a modificare le condizioni di assetto dell'imbarcazione (agendo sul timone e sulla propulsione) determinando una deriva,

conto anche delle variazioni (finestre di marea) che può subire durante tutta la fase di manovra.

quantificabile istante per istante in una deviazione angolare e spostamento relativi fra la direzione effettivamente seguita dalla nave e l'asse del percorso ideale.

Come evidenziato nella figura 2.2 la rotta effettivamente percorsa dalla nave nella fase di avvicinamento all'imboccatura portuale è confinata entro una "corsia" di manovra o "canale" avente una larghezza, superiore alla larghezza propria della nave, perché deve compensare e contenere i possibili movimenti intorno al tracciato rettilineo proprio della rotta ideale condotta lungo l'asse mediano dell'imboccatura.

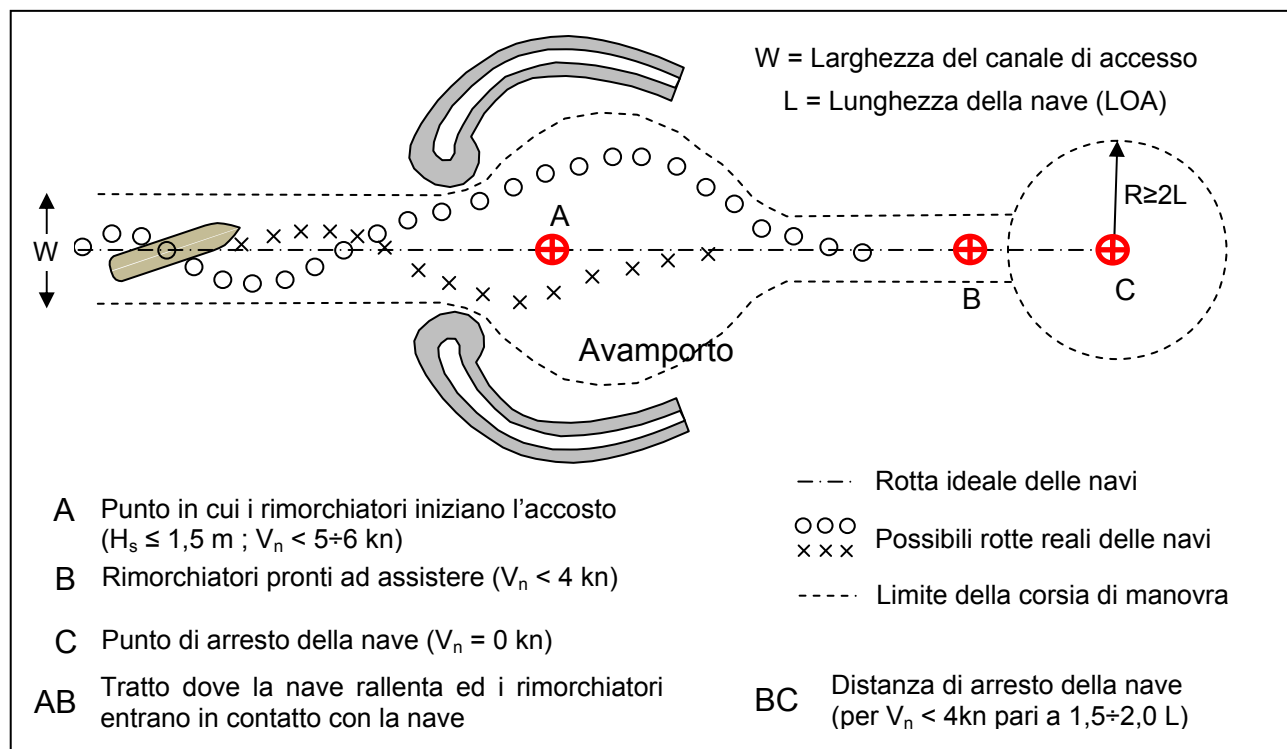


Fig. 2.2 – Schematizzazione del canale di accesso e degli spazi di manovra-arresto

L'effettivo percorso di una nave lungo una rotta ideale dipende dai seguenti fattori:

- caratteristiche della corrente trasversale e gradiente della stessa;
- caratteristiche del vento trasversale;
- velocità della nave;
- caratteristiche delle onde;
- risposta all'azione del timone;
- batimetria del fondale;
- informazioni sulla posizione istantanea;
- risposta umana del timoniere.

Non è agevole peraltro ricavare, dalle considerazioni che precedono, regole precise sull'effettiva dimensione da assegnare al canale di accesso e agli spazi di manovra interni.

Una delle ragioni principali è costituita dal fatto che la risposta umana del pilota è di natura eminentemente stocastica ed è quella che può condizionare maggiormente l'effettiva rotta della nave. Non solo due diversi piloti non reagiscono mai in modo identico se sottoposti ad una determinata condizione di navigazione, ma anche la stessa persona spesso può reagire diversamente anche se opera nelle stesse condizioni al controno ma in tempi diversi in cui può essere differente il suo stato psicofisico di allerta e risposta.

I criteri cui si è soliti fare riferimento per fissare la larghezza di un canale di accesso sono i seguenti:

- a) metodo empirico, derivando dalla letteratura specializzata e dall'esperienza in altri sistemi portuali anche distanti da quello in progetto i parametri di riferimento solitamente correlati con la geometria delle navi; oppure cercando di trasformare in termini quantitativi l'opinione qualitativa dei piloti che operano in un determinato sistema portuale;
- b) indagini con modelli fisici in scala ridotta;
- c) indagini con modelli matematici, che sono di tipo diverso a seconda che si faccia ricorso al pilotaggio automatico (C1) o alla completa simulazione della navigazione reale (C2).

Il metodo a) viene utilmente impiegato nelle fasi di fattibilità e/o di progettazione preliminare; il metodo b) è usato molto raramente, in quanto mentre è superiore agli altri nella riproduzione di alcuni aspetti fisici (effetto di eventuali argini o di fondali variabili pur con le inevitabili distorsioni di scala) non consente una riproduzione realistica dei tempi di reazione del pilota; il metodo c) è il più usato, nella variante C1) per le fasi preliminari e definitive di un progetto, in quanto consente confronti rapidi e poco costosi fra alternative diverse, nella variante C2) per ottimizzare il progetto nella sua fase esecutiva oppure per addestrare i piloti prima e durante le fasi di esercizio. A causa della diversa reazione di ogni pilota nelle stesse condizioni fisiche (vento, correnti, onde), è opportuno fare eseguire a diversi piloti varie simulazioni di manovra nelle stesse condizioni, al fine di ottenere una funzione densità di probabilità della deviazione della rotta dalla rotta ideale. Conoscendo tale distribuzione, si può ricavare la probabilità di impegnare con una nave una zona marina al di fuori di quella compresa nei limiti del canale inizialmente impostato su base empirica.

Nelle fasi di pianificazione e progettazione preliminare dei canali di accesso e manovra di un porto è più che sufficiente ricorrere ai metodi empirici.

Nel caso in esame si è fatto riferimento al metodo empirico desunto dalle linee guida "Approach Channels. A Guide for Design" redatte ed aggiornate dal PIANC (1995 e 1997).

Nel caso di un canale di accesso a doppio senso di navigazione, la larghezza totale L_C è calcolata in funzione di tre parametri che dipendono principalmente dalla larghezza B delle navi di progetto (figura 2.3):

$$L_C = \sum W_M + W_P + \sum W_B$$

ove

- larghezze delle due corsie di manovra W_M (*manoeuvring lane*),
- distanza minima di passaggio tra le navi W_P (*passing distance*),
- larghezze dei franco di sponda W_B (*bank clearance*).

Nel caso di canale di accesso ove è prescritta la navigazione a senso alternato, i parametri si riducono ad una sola corsia di manovra ed alle larghezze dei franchi di sponda laterali perché ovviamente non si deve tenere conto della distanza minima di passaggio tra le navi W_P .

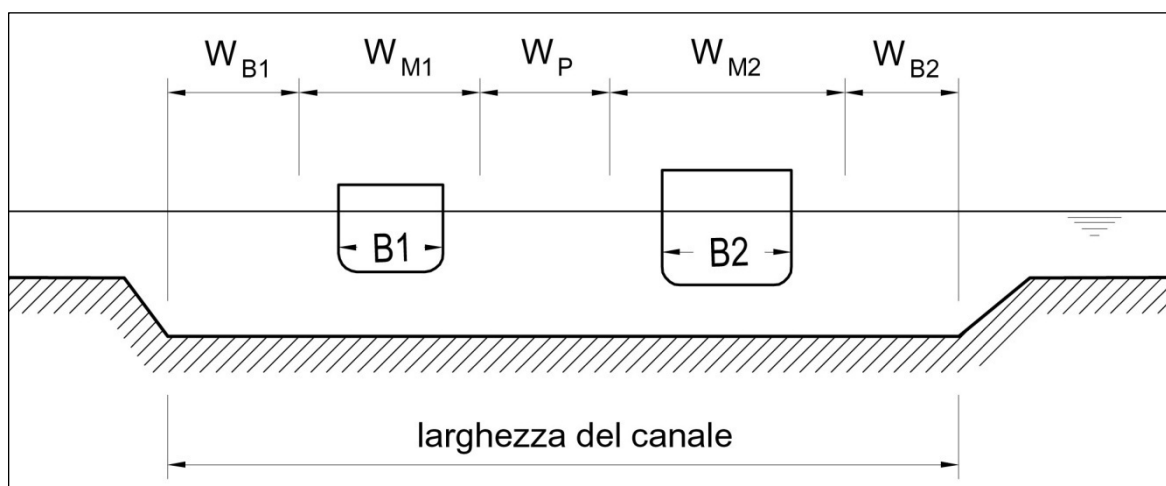


Figura 2.3 - Schema di riferimento per determinare la larghezza del canale di accesso

La larghezza della corsia di manovra W_M è pari a:

$$W_M = L_B + \sum I_W$$

Ove

L_B è la larghezza di base della singola nave, che a sua volta dipende dalla larghezza effettiva della nave B varia da $1.3 B$ nel caso di nave con buona manovrabilità a $1.8 B$ nel caso di bassa capacità di manovra della nave.

Il termine $\sum I_W$ può raggiungere un valore superiore anche a $3 B$ ed indica gli incrementi necessari dovuti alle inevitabili “scartamenti” della rotta reale rispetto a quella ideale che in generale dipendono dai seguenti fattori:

- velocità della nave,

- vento trasversale,
- correnti,
- moto ondoso,
- aiuti alla navigazione,
- caratteristiche della superficie del fondale,
- profondità del canale,
- livello di rischio.

La distanza minima di passaggio tra le navi W_P , ha la funzione di scongiurare tra le due navi in transito un'eccessiva interazione costituita da forze di attrazione e repulsione. Tale distanza dipende dalla velocità di navigazione e dalla densità del traffico.

Inoltre, il franco di sponda W_B ha la funzione di contenere l'effetto sponda (*bank effect*) dovuto al flusso asimmetrico di acqua attorno alle navi che tende a deviarne la rotta. Tale larghezza dipende dalla velocità di navigazione e dalle caratteristiche della sponda.

Ovviamente il criterio metodologico ed i dati di riferimento si applicano anche al caso di un canale ove è consentito il transito di una sola imbarcazione al netto dei termini che esprimono la larghezza della corsia di manovra della seconda nave W_{M2} e della distanza minima di passaggio tra le navi W_P .

I valori da associare ai diversi fattori di incremento da considerare per il dimensionamento della larghezza dei canali di accesso si rimanda alle tabelle riportate dall'AIPCN.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra interni, nel caso di navi di piccole o medie dimensioni (sino alle 50.000 DWT), in linea generale non si ravvisano problemi tali da condizionare particolarmente il tracciato delle opere interne dei porti. Le distanze di arresto di queste imbarcazioni sono limitate e ricadono agevolmente all'interno degli avamporti dimensionati con i criteri empirici tradizionali. Spesso le navi in questione eseguono con i loro mezzi tutte le manovre di arresto e di avvicinamento in banchina una volta oltrepassata l'imboccatura; talvolta l'Autorità Marittima dispone la presenza di un rimorchiatore per la gestione di eventuali procedure di emergenza.

La situazione è diversa per le grandi navi (oltre le 50.000 DWT) contraddistinte da una maggiore inerzia che comporta sia una distanza di arresto molto lunga e sia la perdita di controllo della rotta durante la stessa manovra di arresto. Ciò significa che le grandi navi devono necessariamente essere assistite dai rimorchiatori e finché non vengono operativamente accostate da questi devono avere a disposizione aree di manovra

comunque protette dalle opere foranee del porto sufficientemente ampie per consentirne il rallentamento sino all'arresto della nave.

Le distanze richieste dipendono dai seguenti fattori:

- velocità di ingresso nel porto;
- tempo richiesto per collegarsi con i rimorchiatori e consentire la messa in tiro dei cavi;
- distanza effettiva di arresto.

Una rappresentazione schematica delle dimensioni e della forma delle aree di navigazione all'interno dell'imboccatura portuale è fornita dalla figura 2.2. dalla quale si osserva che la larghezza del canale è incrementata subito dopo l'ingresso, per tenere conto del fatto che l'angolo di deriva della nave tende inizialmente ad aumentare a causa della diversa esposizione alle forze trasversali lungo la porzione dello scafo quando inizia ad oltrepassare l'imboccatura portuale.

A tal riguardo solitamente è bene pervenire gradualmente ad una larghezza dell'ordine anche di $7B$ ove B indica la larghezza dell'imbarcazione di progetto.

Ovviamente le dimensioni finora esposte possono essere opportunamente ridotte qualora possa ridursi la velocità d'ingresso della nave. Così ad esempio possono introdursi limitazioni all'ingresso delle grandi navi per velocità della corrente laterale superiore ad un determinato limite. Il criterio comporta limitazioni operazionali, ma può risultare conveniente economicamente nel complesso. In effetti occorre considerare in ogni caso la possibilità di introdurre vincoli operazionali all'ingresso ed all'uscita delle navi, ad esempio in occasione di maree troppo alte o troppo basse (finestre di marea), oltre che, ovviamente, di velocità eccessiva del vento o di altezze d'onda superiori a un valore accettabile.

Il canale di accesso procedendo dall'imboccatura portuale verso gli specchi portuali interni deve terminare in un bacino o cerchio di evoluzione dal quale i rimorchiatori si affiancano e conducono le navi, grandi o piccole che siano, nei bacini di destinazione finale. Il diametro del cerchio di evoluzione deve essere uguale o superiore a $2L$; in casi eccezionali, per piccoli porti nei quali non sono disponibili rimorchiatori di supporto alle operazioni di manovra, il diametro deve essere uguale o superiore a $3L$.

2.3.3 Dimensioni delle darsene interne (bacini portuali)

Le darsene portuali devono avere una larghezza sufficiente per consentire l'agevole manovra di accosto e di partenza delle navi dalla banchina, con l'ausilio dei rimorchiatori, anche in presenza di altre navi ormeggiate.

La dimensione di base che si assume per calcolare la larghezza minima di un bacino portuale è costituita dalla massima larghezza B_{max} delle navi che si prevede dovranno ormeggiare nel bacino in esame.

Nel caso di bacini aventi lunghezze comunque inferiori a 1000 m e destinati all'ormeggio di due, tre e quattro navi si può fare riferimento alle larghezze minime indicate nella figura 2.4 seguente per le distinte schematizzazioni di combinazione del numero di ormeggi previsti per il bacino in esame.

Per quanto riguarda la definizione dello sviluppo longitudinale delle banchine adibite ad accosti multipli delle imbarcazioni al fine di considerare gli spazi tecnici necessari per le operazioni di accosto e per evitare eccessive interferenze tra i cavi di ormeggio delle imbarcazioni contigue con riferimento ai possibili schemi e combinazioni di ormeggio della figura seguente e tenuto conto delle dimensioni medie delle imbarcazioni si possono considerare le dimensioni minime riportate nella relativa tabella.

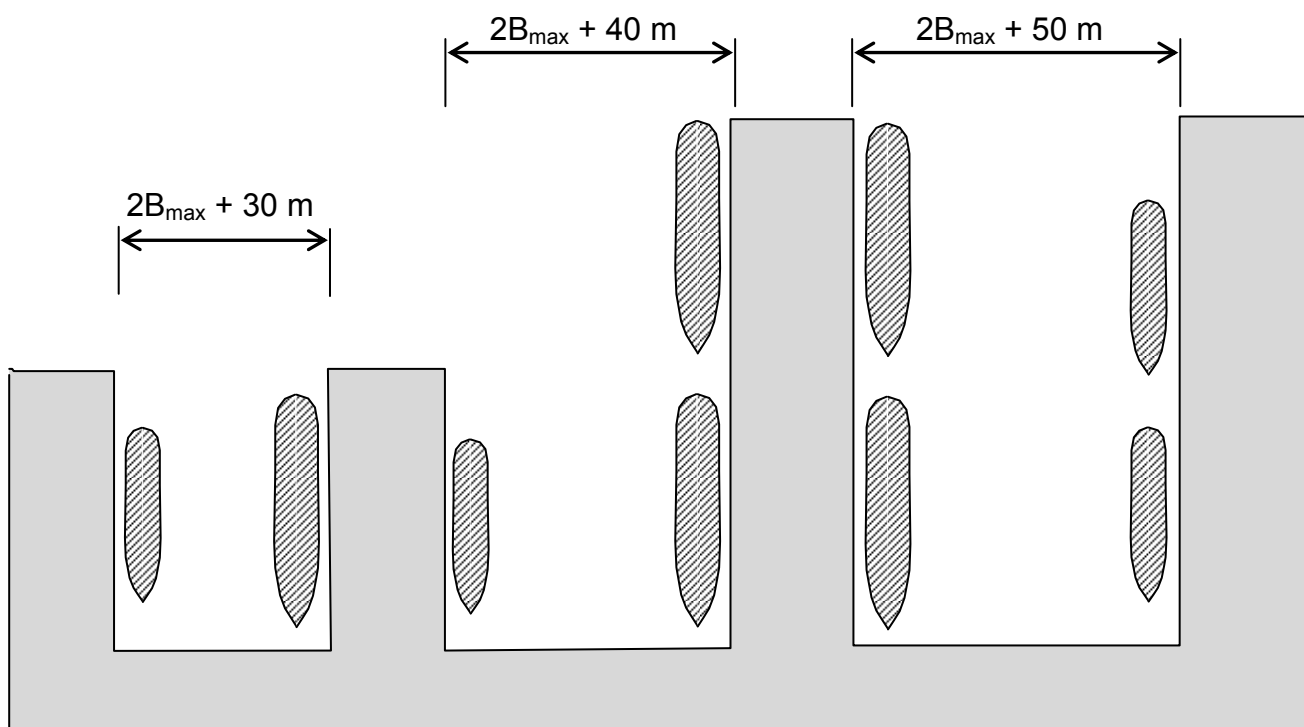


Fig. 2.4 – Schematizzazione della larghezza minima delle darsene di ormeggio

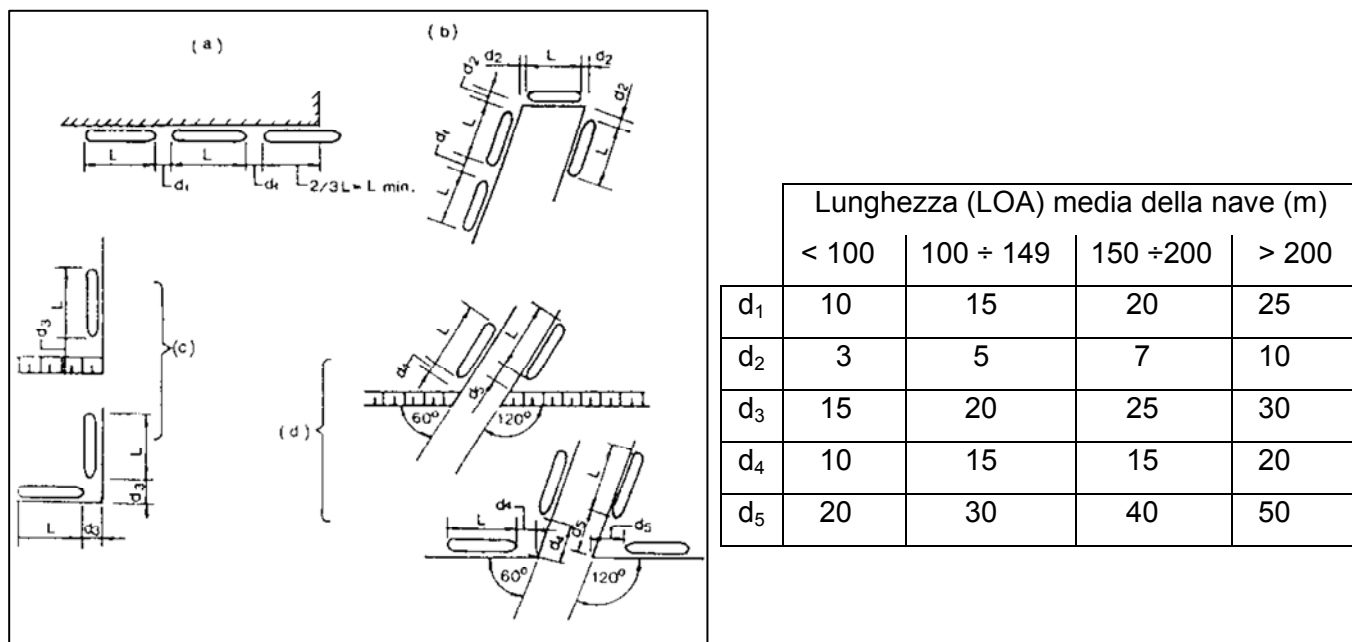


Fig. 2.5 – Schematizzazione e dimensioni caratteristiche delle distanze di ormeggio tra imbarcazioni contigue lungo i fronti di ormeggio

2.4 Impostazione della flotta di progetto

Per il calcolo e/o la verifica delle dimensioni dei canali e degli specchi portuali sulla base degli elementi di valutazione descritti nei paragrafi precedenti è necessario individuare preliminarmente le massime dimensioni (lunghezza “fuori tutto” LOA, larghezza B e pescaggio D) che caratterizzano le imbarcazioni che compongono la “flotta di progetto” del sistema portuale. Solitamente la “flotta di progetto” viene impostata sulla base delle classi tipologiche e dei previsti flussi dei traffici marittimi.

Nel caso del porto di Vasto l'analisi dei flussi dei traffici storici ha consentito di verificare in modo oggettivo che nonostante gli incrementi dei volumi di traffico annuale registrati nell'ultimo quinquennio (per attestarsi su valori compresi tra 600.000÷700.000 t tra sbarchi ed imbarchi di circa 230÷250 navi commerciali) l'attuale valore medio del carico di ciascuna nave può essere assunto pari a 3.000 t con carichi massimi comunque inferiori a 6.000 t.

Tenuto conto delle previsioni di sviluppo dei traffici portuali contemplate dal presente Piano Regolatore Portuale (2007) e quindi considerando uno scenario ove i volumi di traffico annuale si dovranno attestare tra sbarchi ed imbarchi su valori dell'ordine di 1.000.000÷1.300.000 t ipotizzando un numero di “arrivi nave” pari a 250 (cioè simile a quello attuale nell'ipotesi di mantenere la stessa sequenza di arrivi/partenze attuale) si

ricava un carico medio per singola nave pari a circa 5.000 t ⁽⁷⁾. Ipotizzando invece un drastico incremento dei flussi dei traffici marittimi anche sino a valori massimi dell'ordine di 3.000.000 t/anno ed assumendo cautelativamente il numero massimo di circa 300 imbarcazioni/anno cui corrispondono, per la configurazione prevista dal PRP-2007, comunque condizioni ottimali di operatività portuale si ricava un carico medio per ogni singola imbarcazione pari a 10.000 t cui si può ragionevolmente associare un valore massimo di carico di 20.000 t per la singola nave che potrebbe occasionalmente servirsi del porto.

Sulla base di questi valori di carico e tenuto conto della classe tipologica delle navi commerciali che attualmente ormeggiano e/o in futuro potranno interessare il porto di Vasto è stata selezionata la "flotta di progetto" riportata nella tabella e nei grafici seguenti ⁽⁸⁾, impostandone le dimensioni medie caratteristiche corrispondenti ai percentili 50% e 75%.

Tab. 2.1 - Flotta di progetto considerata per il Porto di Vasto

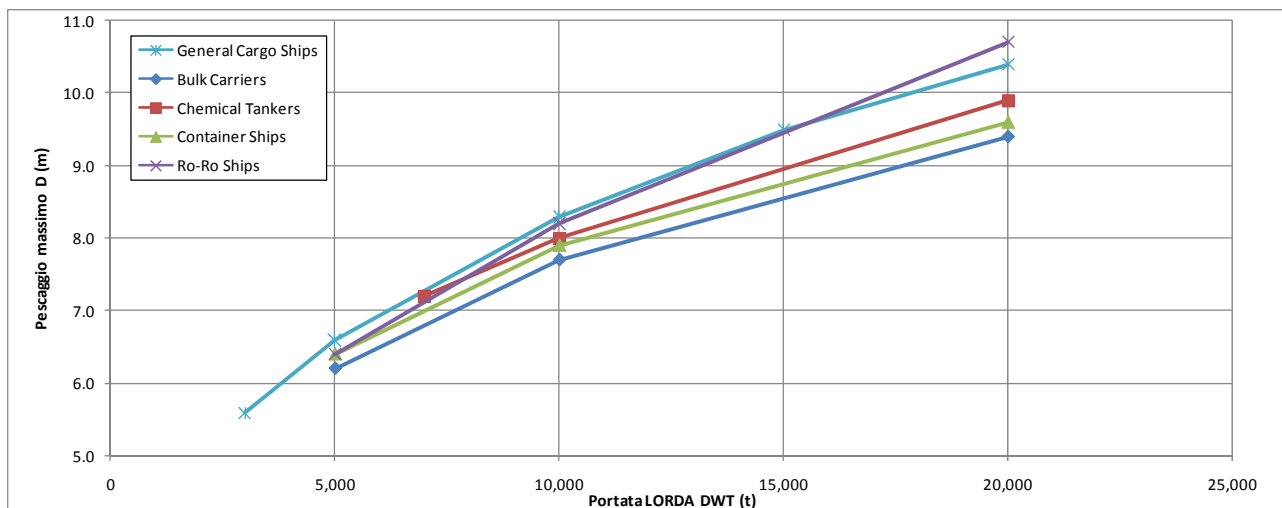
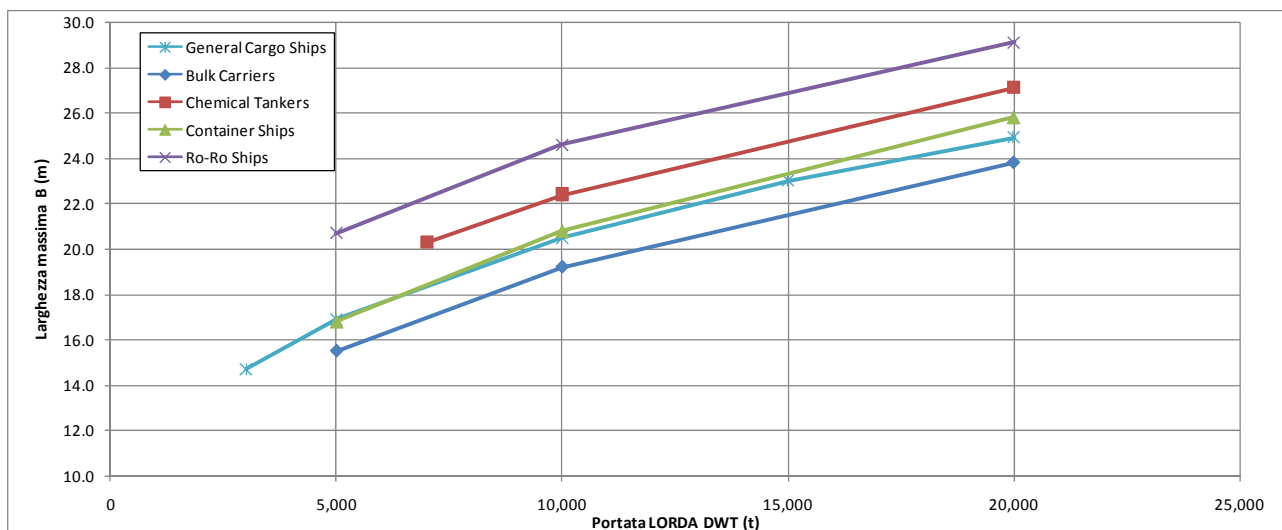
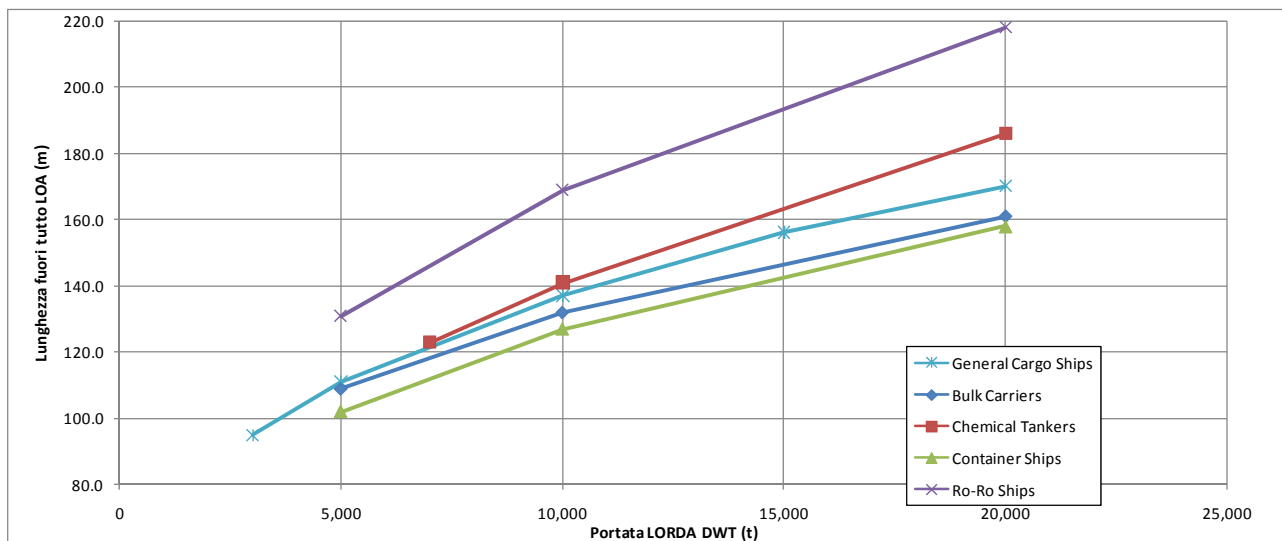
	Dislocamenti (t)			Lunghezze LOA (m)		Larghezze B (m)		Pescaggi D (m)	
Classi tipologiche delle navi	Portata lorda DWT	Stazza lorda GRT							
		50%	75%	50%	75%	50%	75%	50%	75%
Bulk Carriers	5,000	6,740	6,920	106.0	109.0	15.0	15.5	6.1	6.2
	10,000	13,000	13,300	129.0	132.0	18.5	19.2	7.5	7.7
	20,000	25,000	25,700	157.0	161.0	23.0	23.8	9.2	9.4
Chemical Tankers	7,000	10,200	10,700	116.0	123.0	19.6	20.3	6.9	7.2
	10,000	14,300	15,100	134.0	141.0	21.6	22.4	7.7	8.0
	20,000	27,800	29,200	176.0	186.0	26.1	27.1	9.5	9.9
Container Ship	5,000	6,740	7,360	97.0	102.0	16.0	16.8	6.1	6.4
	10,000	13,100	14,300	121.0	127.0	19.9	20.8	7.5	7.9
	20,000	25,300	27,700	151.0	158.0	24.6	25.8	9.1	9.6
Ro-Ro Ship	5,000	8,710	9,670	119.0	131.0	19.5	20.7	5.8	6.4
	10,000	16,500	18,300	153.0	169.0	23.1	24.6	7.5	8.2
	20,000	31,300	34,800	198.0	218.0	27.4	29.1	9.7	10.7
General Cargo	3,000	4,460	4,750	88.0	95.0	13.9	14.7	5.1	5.6
	5,000	7,210	7,690	104.0	111.0	16.0	16.9	6.1	6.6
	10,000	13,900	14,800	128.0	137.0	19.5	20.5	7.6	8.3
	15,000	20,300	21,600	146.0	156.0	21.8	23.0	8.7	9.5
	20,000	26.600	28.400	149.0	170.0	23.6	24.9	9.6	10.4

Ovviamente le imbarcazioni con minore capacità di carico corrispondono alle dimensioni massime compatibili con l'attuale configurazione portuale mentre i valori massimi delle

⁷ Lo studio di simulazione dell'operatività portuale ha permesso di verificare che, anche mantenendo le attuali capacità di carico delle imbarcazioni si ottiene un numero massimo di arrivi/partenze pari a circa 350 navi che comunque non metterebbe in crisi l'operatività della nuova configurazione portuale articolata in due darsene di ormeggio.

⁸ Valori desunti da "Approach Channels a Guide for Design", Appedinx B Typical Ship Dimensions, PIANC 1997

imbarcazioni considerate corrispondono ai massimi valori di pescaggio ipotizzati per la nuova configurazione portuale ipotizzata dal PRP 2007.



3 ATTUALI ASPETTI MARITTIMI DEL PORTO DI VASTO (2007)

Al fine di verificare in modo oggettivo la validità del nuovo assetto portuale previsto dal Piano Regolatore Portuale del 2007 per gli aspetti marittimi è stata condotta una prima analisi critica dell'attuale assetto portuale riconducibili alle seguenti tematiche di indagine:

- caratteristiche di navigabilità ed agibilità all'imboccatura portuale;
- condizioni di manovrabilità negli specchi portuali interni;
- condizioni di stazionamento all'ormeggio dei natanti.

Si è così tracciato un quadro di riferimento delle attuali criticità marittime che condizionano le attività di traffico commerciale del porto di Vasto, trovando pieno riscontro con l'esperienza maturata in tal senso dall'Ufficio Circondariale Marittimo.

3.1 Attuale conformazione planoaltimetrica

Il Porto di Vasto è localizzato nell'Adriatico centrale e rispetto ai più vicini porti di interesse nazionale (Autorità Portuali) dell'Adriatico si trova circa 120 miglia nautiche a sud del Porto di Ancona e 150 miglia nautiche a nord del Porto di Bari.

Sulla base dello studio meteo marino, al quale si rimanda per maggiori dettagli, la traversia principale è costituita dalla tramontana e dal grecale, mentre la traversia secondaria è costituita dal levante e più marginalmente dallo scirocco essendo geograficamente ridossato dalla penisola del Gargano.

Tenuto conto dell'attuale conformazione portuale (fig. 3.1) gli specchi liquidi delimitati dalle opere foranee a partire dall'imboccatura portuale si possono distinguere in:

- imboccatura e relativo canale di accesso;
- zona di avamporto;
- darsena interna.

L'attuale imboccatura portuale, individuata dalla congiungente tra il fanale verde (posto sulla testata della diga di ponente) ed il fanale rosso (posto sulla testata della diga di levante), presenta una massima "larghezza utile" (al netto dell'ingombro delle scarpate interne delle due dighe sino a fondali inferiori a 10 m s.l.m.) pari a circa 230 m con asse mediano orientato a circa 96° nord e pertanto risulta direttamente esposta agli eventi meteomarini da levante. Tenuto conto della conformazione planimetrica arcuata della diga sopraflutto, se si considera l'imboccatura individuata dalla ortogonale al molo di ponente passante per la testata di estremità del molo di levante, in realtà l'effettivo canale di

accesso presenta una larghezza di 150 m ed è orientato a circa 50° nord risultando di fatto direttamente esposto anche agli eventi da grecale.

Verso il largo questo canale di accesso è ridossato per circa 230 m dalla diga di ponente e presenta fondali che raggiungono anche i -14.0 m s.l.m..

Procedendo da questo canale di accesso verso l'interno delle acque portuali si individua la zona di avamporto delimitata internamente da due scogliere, radicate rispettivamente alle dighe di ponente (molo Mandracchio) e levante (molo Martello), le cui testate demarcano l'imboccatura alla darsena portuale interna. Questo accesso è contraddistinto da una larghezza, al netto del piede delle testate di estremità dei due moli, pari a circa 110 m, con asse mediano di accesso orientato a circa 330° nord e profondità al massimo pari a -8,0 m s.l.m.. Ne consegue che l'attuale asse mediano di manovra delle navi tra l'imboccatura e l'accesso alla darsena interna deve necessariamente tracciare un arco di cerchio con raggio di curvatura di circa 220 m per una rotazione di 80°.

La darsena interna ha una forma pseudo quadrata e, procedendo in senso orario dal Molo Martello, è così contraddistinta :

- banchina di levante, lunga circa 335 con pescaggio lungo il fronte di ormeggio dell'ordine di 7,0 m e larghezza della banchina (dal fronte di accosto sino al muro paraonde) pari a circa 25 m per una superficie complessiva inferiore a 8.000 m²; attualmente adibita all'ormeggio ed attività dei pescherecci con saltuario utilizzo nel periodo estivo (luglio-settembre) della banchina lungo il molo Martello come ormeggio dell'aliscafo per le isole Tremiti;
- banchina di riva, adibita unicamente al traffico commerciale, lunga circa 340 m con pescaggio lungo il fronte di accosto di circa 8,0 m e conformazione del piazzale di banchina retrostante pseudo trapezia con profondità minima di circa 30 m e massima di circa 150 m (essendo confinata dalle infrastrutture in corrispondenza del varco di accesso al porto e dall'edificio del mercato ittico) per una superficie complessiva utile di circa 33.000 m²;
- banchina di ponente, a partire dal radicamento con la banchina di riva presenta un fronte di accosto di circa 210 m per navi commerciali (è attrezzata per il traffico delle merci liquide); proseguendo sino al molo Mandracchio si articola una rientranza della banchina a ridosso del molo di levante delimitando così una superficie liquida di circa 12.500 m² per l'ormeggio di imbarcazioni turistiche con uno sviluppo complessivo dei fronti di banchina di circa 250 m ed una larghezza media sino al muro paraonde di circa 9,0 m.

Al netto di una fascia perimetrale di almeno 30 m, rappresentativa del margine di sicurezza minimo per tenere conto delle imbarcazioni mercantili all'ormeggio (nell'ipotesi di schema di "ormeggio di fianco") il cerchio di evoluzione massimo all'interno della darsena è pari a 130 m. A tal riguardo si rileva che anche recentemente, esigenze di traffico delle navi Ro-Ro hanno imposto lo schema di "ormeggio di punta" lungo la banchina di riva (come testimoniato dalla immagine aerea del 2000) limitando drasticamente i margini di evoluzione per l'intera darsena.

Queste evidenti limitazioni, per gli aspetti di navigabilità, associate all'attuale conformazione planimetrica degli specchi liquidi del porto (avamposto e darsena interna) sono aggravati dalle inevitabili interferenze tra le operazioni di manovra del traffico marittimo commerciale e quelle della nautica da diporto e della pesca.

Inoltre, a causa della limitazione dei fondali il 27/10/2007 con ordinanza n.60/2007 l'Ufficio Circondariale Marittimo di VASTO ha precluso *la possibilità di effettuare le manovre di entrata e di uscita dal Porto di "Punta Penna" di Vasto per il successivo ormeggio a tutte le navi ed ai galleggianti con immersione superiore a 6,80 m.*

Di conseguenza allo stato attuale risulta notevolmente ristretta la funzionalità del porto di Vasto nei confronti delle esigenze di navigabilità dei traffici marittimi commerciali in quanto il limite di pescaggio imposto dai ridotti fondali di fatto consente l'accesso al porto solo alle imbarcazioni aventi un dislocamento alquanto limitato e comunque allibate sino alla suddetta quota di immersione massima disposta dall'Ordinanza dell'Autorità Marittima.

Con riferimento al Piano Regolatore Portuale vigente (approvato con DPCM del 4/01/1968), la massima profondità di dragaggio prevista era pari a -8,0 m sul l.m.m. Presumibilmente anche le banchine che costituiscono la darsena attuale sono state dimensionate per tali profondità anche se non è stato possibile recuperare dati ufficiali sulle caratteristiche strutturali di queste opere sulla base delle quali potrebbe essere possibile risalire alle effettive quote di fondazione.

Di conseguenza l'attuale problema dei limitati fondali rispetto ai pescaggi delle imbarcazioni mercantili potrebbe essere superato effettuando i necessari lavori di dragaggio dei fondali che comunque presuntivamente non possono essere spinti oltre la profondità di -8.5 m s.l.m. salvo eseguire preliminarmente i necessari accertamenti batimetrici e geotecnici e gli eventuali interventi di riqualificazione e rafforzamento al piede delle attuali strutture di banchina.

3.2 Caratteristiche delle massime navi mercantili attualmente accessibili al porto commerciale di Punta della Penna (Vasto)

In questa fase dello studio è stata condotta una verifica sulle limitazioni delle dimensioni caratteristiche delle navi commerciali imposte, allo stato attuale, dalle profondità dei fondali e dalla conformazione e dimensioni caratteristiche del Porto di Vasto.

- Limitazioni dovute alle profondità dei fondali

Anche assumendo per l'attuale configurazione del porto di Vasto la possibilità di approfondire i fondali, comunque sino al valore massimo di $H = -8.0$ m s.l.m. contemplato dal PRP vigente, salvo verificare comunque la piena compatibilità degli altri parametri geometrici (larghezza e lunghezza delle navi da comparare alle dimensioni del canale di accesso e delle aree di manovra) si potrebbe potenzialmente consentire l'accesso al porto ad imbarcazioni mercantili il cui pescaggio D al massimo è pari a 7,3 m (assumendo per il calcolo del franco lordo sotto chiglia F_L , come suggerito dal PIANC, un fattore percentuale di D pari al 10% in acque ridossate (darsena di ormeggio interna) e del 20% nell'avamporto).

Con riferimento ai dati della "flotta di progetto" riportati nel paragrafo 2.4 si può prevedere quindi l'accesso ad imbarcazioni aventi al massimo valori della portata lorda (DWT) compresi tra 7.000 t (per la classe tipologica Bulk Carrier) 8.750 t (per la classe tipologica Bulk Carrier).

- Limitazioni dovute a larghezza ed orientamento dell'imboccatura portuale

L'attuale larghezza dell'imboccatura portuale, al netto dell'ingombro delle scarpate interne delle scogliere dei moli foraneei, è pari a 135 m ed è associata ad un asse trasversale di manovra pari a circa 50° Nord che quindi espone le imbarcazioni al traverso rispetto ai venti e stati di mare più intensi (provenienti da maestrale e scirocco). Sulla base dei valori indicati dalla letteratura specializzata tenuto conto di questi fattori e della limitata profondità dei fondali si ricava che anche nell'ipotesi della presenza di una sola imbarcazione in manovra all'imboccatura la larghezza minima di questa deve essere compresa tra 3,4 e 4,5 volte la massima larghezza B dell'imbarcazione. Ne consegue che l'attuale larghezza dell'imboccatura portuale consente l'ingresso di imbarcazioni aventi larghezza massima compresa tra 30 e 40 m per cui questi valori di B risultano sostanzialmente compatibili con le larghezze delle navi che compongono la "flotta di progetto" anche se, in occasione delle manovre di ingresso/uscita delle navi più grandi, considerati i limitati spazi di manovra dovrebbe

essere interdetta la concomitante manovra di altri natanti seppure piccoli come i pescherecci e/o le imbarcazioni turistiche.

- Limitazioni dovute alla conformazione dell'avamposto di accesso alla darsena interna
L'attuale avamposto presenta una conformazione e dimensioni d'insieme tali da circoscrivere un ipotetico cerchio di evoluzione avente un diametro al massimo di 170 m che di fatto limita la lunghezza massima LOA delle imbarcazioni a 85 m se vengono assistite da rimorchiatori per ridursi a meno di 60 m in assenza di rimorchiatori di supporto.

Comunque per manovrare dall'imboccatura portuale esterna a quella interna di accesso alla darsena di ormeggio le imbarcazioni devono seguire una curva di evoluzione compiendo una rotazione di quasi 90° con un raggio di curvatura di circa 240 m. Ovviamente questa manovra deve essere condotta con l'assistenza dei rimorchiatori e comunque le dimensioni del raggio di curvatura di fatto limitano la lunghezza massima della nave LOA a meno di 100 m.

In definitiva l'attuale conformazione planimetrica del porto di Vasto anche nella previsione di adeguare per quanto possibile le profondità dei fondali impongono i seguenti massimi ordini di grandezza, delle dimensioni geometriche e della relativa massima portata lorda, delle imbarcazioni mercantili che possono manovrare ed attraccare con adeguati margini di sicurezza all'interno del Porto di Vasto:

Pescaggio D (m)	Larghezza B (m)	Lunghezza LOA (m)	Portata Lorda DWT (t)
7.0 ÷ 7.3	30 ÷ 40	85 ÷ 100	3.000 ÷ 5.000

3.3 Attuali criticità marittime

Anche sulla base delle considerazioni esposte nel paragrafo precedente, che peraltro trovano pieno riscontro con le effettive condizioni ed esperienze nelle operazioni e disposizioni di manovra illustrate dai piloti e dai responsabili dell'Ufficio Circondariale Marittimo, emerge in modo oggettivo che le principali criticità per gli aspetti marittimi dell'attuale configurazione del Porto di Vasto sono costituite dalla combinazione dei seguenti elementi:

- le ridotte dimensioni e l'anomala conformazione dell'avamposto;

- una non adeguata ampiezza dell'imboccatura portuale il cui orientamento peraltro espone di fatto le imbarcazioni che manovrano in asse con il canale di accesso al traverso rispetto alle condizioni meteo marine (vento ed onda) più intense provenienti da nord e sud-est;
- impropria conformazione (per orientamento e larghezza) dell'imboccatura interna che delimita l'accesso alla darsena portuale;
- relativamente alla destinazione d'uso delle banchine di ormeggio l'attuale ubicazione del terminale di attracco per i prodotti liquidi, costituiti prevalentemente da sostanze chimiche e olii vegetali, si colloca lungo la banchina di ponente quindi nella zona più interna della darsena rispetto all'imboccatura portuale con ripercussioni sulle problematiche di navigabilità e agibilità portuale.

Nel suo complesso, tenuto conto della convivenza tra le distinte realtà dei traffici marittimi (alle attività del traffico commerciale si affiancano quelle della nautica da diporto e della pesca) che caratterizzano il porto di Vasto l'attuale conformazione planimetrica riflette scenari di rischio incompatibili con i moderni standard di navigabilità del traffico marittimo.

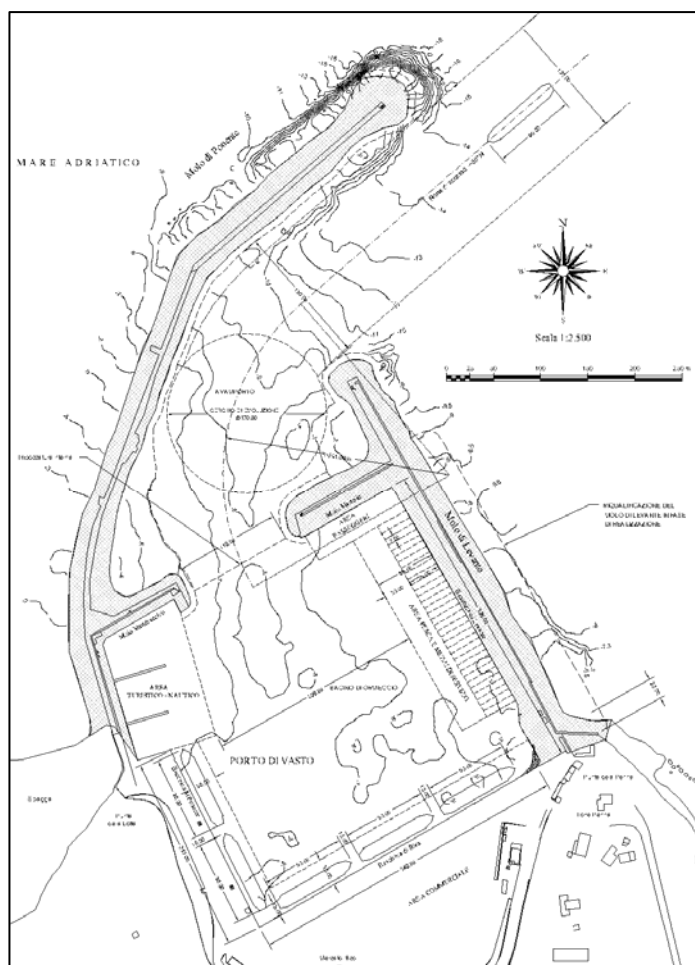


Figura 3.1 – Attuale configurazione del porto di Vasto

4 ASPETTI MARITTIMI DELLA CONFIGURAZIONE DI PRP-2007

Gli interventi previsti dal PRP per il superamento delle criticità marittime sopra evidenziate ed il contestuale potenziamento del porto di Vasto per adeguarlo alle moderne esigenze dei traffici portuali consistono nel prolungamento dell'attuale molo di ponente da abbinare alla realizzazione di un nuovo molo di levante comunque radicato in corrispondenza dell'attuale molo di levante (Figura 4.1) Queste nuove opere foranee hanno un assetto planimetrico tale da delimitare un nuovo avamporto ed una nuova imboccatura portuale che raggiunge fondali maggiori di 15 m e assicura un'ampiezza del varco di accesso compatibili con le condizioni di esposizione meteo marina e con la "flotta mercantile" che si prevede di servire nei prossimi decenni.

Questo decisivo riassetto infrastrutturale del porto di Vasto assicura anche la realizzazione di una nuova darsena dove si è prevista la ricollocazione del terminale per le merci liquide consentendo così di migliorare i livelli di sicurezza dell'intero sistema portuale.

Tali interventi, descritti nei prossimi paragrafi, consentiranno di razionalizzare le varie attività che si sviluppano nel porto dando piena funzionalità alla nuova darsena commerciale e assicurando per la darsena storica una più razionale convivenza delle attività della pesca, e della nautica con l'esigenze primarie dei traffici commerciali marittimi.

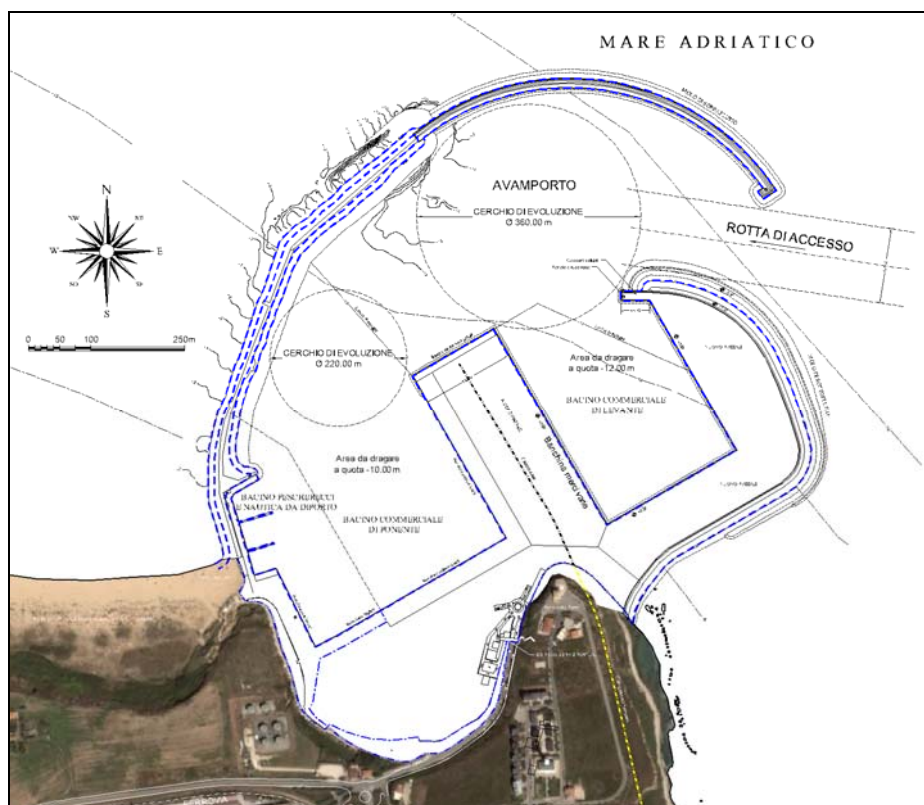


Figura 4.1 – PRP 2007 del Porto di Vasto: planimetria di progetto

4.1 Peculiarità del nuovo assetto planimetrico previsto dal PRP 2007

Le opere marittime principali previste dal PRP 2007 sono costituite da due opere a gettata la cui funzione è quella di creare una nuova imboccatura portuale spostando quella attuale su profondità naturali maggiori mediamente pari a circa -15 m sul l.m.m. La disposizione planimetrica delle due nuove opere foranee viene a creare sostanzialmente un nuovo ampio avamporto con imboccatura del tipo a bacino, il cui molo di sopraflutto è quello attuale detto di ponente mentre quello di sottoflutto sarà il nuovo molo di levante radicato comunque al piede del promontorio di Punta della Penna.

A completamento di questo intervento è prevista la parziale demolizione, per una lunghezza di circa 100 m, della testata dell'attuale Diga di Levante contestualmente alla completa demolizione del Molo Martello e la parziale resecazione del Molo Mandracchio che attualmente delimitano a levante l'imboccatura interna di accesso all'attuale unica darsena portuale.

Le profondità di dragaggio previste per l'avamporto sono di -12 m sul l.m.m., mentre per le due darsene interne sono rispettivamente di -12 m sul l.m.m. per la darsena di levante dedicata ai traffici commerciali e di -10 m s.l.m. per l'attuale darsena che oltre ai traffici commerciali ospiterà anche la nautica da diporto, la flotta peschereccia ed eventuali linee di traghetti per traffico passeggeri.

Complessivamente il nuovo assetto planimetrico contemplato dal PRP 2007 assicura più ampi spazi di manovra e profondità dei fondali, adeguando così il sistema portuale di Vasto alle esigenze delle dimensioni (LOA, pescaggio, larghezza) tipiche delle moderne flotte commerciali. Inoltre è possibile razionalizzare la destinazione d'uso delle banchine di ormeggio trasferendo gli accosti per le imbarcazioni della pesca lungo l'attuale banchina di ponente al margine degli specchi liquidi destinati alla nautica da diporto. Un primo tratto dell'attuale banchina di riva posta al margine della banchina di ponente può invece ospitare le imbarcazioni relative ad un eventuale linea di collegamento con le isole Tremiti. Nei prossimi capitoli, cui si rimanda per i dettagli, si riportano i risultati degli studi di navigabilità, operatività marittima dell'imboccatura portuale e delle banchine di ormeggio, che hanno fornito una valutazione oggettiva della validità, per gli aspetti marittimi, del nuovo assetto planimetrico contemplato dal PRP-2007 per il porto di Vasto.

4.2 Miglioramento degli aspetti di sicurezza per eventuali attività industriali e/o petrolifere in ambito portuale

Al fine di ridurre eventuali scenari di rischio connessi al traffico delle merci liquide, pur avendo verificato che allo stato attuale il porto di Vasto non è interessato da traffici di

prodotti petroliferi, nell'ambito della redazione del P.R.P. è stata valutata l'ipotesi di spostare l'ormeggio delle navi per merci liquide in corrispondenza della nuova banchina di levante.

La zona prescelta appare consona per tale scopo, essendo isolata anche dalle altre attività commerciali e posizionandosi in vicinanza dell'imboccatura portuale, presenta ampi margini di sicurezza per l'attuazione di interventi di gestione delle emergenze.

Si sottolinea che sulla base della documentazione reperita in merito ai traffici portuali attuali nonché alla previsioni di sviluppo futuro degli stessi, non esistono per il Porto di Punta Penna specifiche attività di traffico marittimo e tanto meno stabilimenti che insistono all'interno dell'ambito portuale e che riguardano, per quantità e tipologia, merci classificabili come "pericolose" secondo la normativa vigente che porterebbero di fatto a considerare il porto di Vasto alla stregua di un porto Industriale e/o petrolifero.

In qualsiasi caso, sulla base anche di quanto evidenziato nel Rapporto Preliminare sulla Sicurezza dell'ambito portuale, allegato A.6 al PRP-2007 cui si rimanda per i dettagli, in merito alle vigenti disposizioni normative sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose, si ritiene che la suddetta nuova banchina di levante presenta idonei requisiti per una eventuale "zonizzazione" di traffici industriali e petroliferi classificati come tali dalla normativa vigente.

5 STUDIO DELLA NAVIGABILITÀ

Come già illustrato nei capitoli precedenti, per un corretta disposizione, dimensionamento ed ottimizzazione degli specchi acquei che caratterizzano un bacino portuale nonché dell'imboccatura dello stesso è necessario considerare gli spazi minimi necessari alle imbarcazioni per le manovre d'ormeggio, d'ingresso e d'uscita dalle aree portuali con particolare riferimento ai canali di accesso ed ai cerchi di evoluzione.

Nel caso particolare, per il nuovo porto di Vasto previsto dal presente P.R.P. 2007 sono state preliminarmente scelte, in relazione ai due diversi bacini che lo caratterizzano, le navi di progetto cui fare riferimento per la determinazione di tutti i parametri necessari alla definizione dei canali di accesso e degli spazi (cerchi di evoluzione) necessari per le manovre delle stesse imbarcazioni in condizioni di sicurezza.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche principali delle navi di progetto ipotizzate per i diversi bacini.

– Bacino Commerciale di Ponente

General Cargo	
lunghezza fuori tutto (LOA)	150 m
larghezza a quota medio mare (B)	25 m
pescaggio (D)	8.6 m
portata lorda (DWT)	15.000 t

General Cargo	
lunghezza fuori tutto (LOA)	120 m
larghezza a quota medio mare (B)	18 m
pescaggio (D)	7.0 m
portata lorda (DWT)	7.000 t

General Cargo	
lunghezza fuori tutto (LOA)	90 m
larghezza a quota medio mare (B)	14 m
pescaggio (D)	6.0 m
portata lorda (DWT)	3.000 t

– **Bacino Commerciale di Levante**

Ro-Ro	
lunghezza fuori tutto (LOA)	200 m
larghezza a quota medio mare (B)	30 m
pescaggio (D)	10.0 m
portata lorda (DWT)	20.000 t

Bulk Carrier	
lunghezza fuori tutto (LOA)	180 m
larghezza a quota medio mare (B)	27 m
pescaggio (D)	10.5 m
portata lorda (DWT)	30.000 t

General Cargo	
lunghezza fuori tutto (LOA)	120 m
larghezza a quota medio mare (B)	18 m
pescaggio (D)	7.0 m
portata lorda (DWT)	7.000 t

– **Bacino Pescherecci e Nautica da diporto**

lunghezza fuori tutto (L)	35 m
larghezza a quota medio mare (B)	7 m
pescaggio (d)	3 m

Per le tipologie delle imbarcazioni previste è stata individuata la possibile rotta di accesso al nuovo porto di Vasto tenendo in considerazione gli spazi acquei ridossati alla traversia principale, nonché la necessità di evitare una manovra di accesso al porto nella quale il natante sia costretto ad una rotta eccessivamente lunga con andatura al traverso rispetto al moto ondoso.

Peraltro si è tenuto conto dei pescaggi massimi raggiungibili dalle navi di progetto ovvero delle profondità minime dei fondali da garantire lungo tutti gli spazi destinati al transito, alla manovra ed all'ormeggio delle stesse.

Le verifiche effettuate sulla nuova configurazione di PRP 2007 hanno dimostrato la validità della soluzione progettuale prescelta garantendo, con riferimento all'imbarcazione più grande che potrà frequentare lo stesso, adeguati canali di accesso e spazi di manovra con ampi margini di correzione e dovute condizioni di sicurezza.

Nei paragrafi seguenti sono riportati i parametri principali che caratterizzano un canale di accesso portuale, larghezza e profondità, e gli spazi di manovra (cerchi di

evoluzione) a servizio dei nuovi bacini portuali previsti dal presente studio di P.R.P. 2007 in relazione alle imbarcazioni di progetto ipotizzate e sopra riportate.

5.1 Analisi degli spazi utili e delle rotte di accesso

Nel presente paragrafo vengono descritti i risultati ottenuti per il dimensionamento e posizionamento delle aree e dei canali di accesso necessari per le manovre delle imbarcazioni in fase di ormeggio, ingresso ed uscita dai bacini portuali che caratterizzano il nuovo P.R.P 2007 di Vasto.

5.1.1 Profondità dei canali di accesso

Per quanto riguarda le profondità dei fondali prescelte per i canali di accesso e nei diversi bacini interni, con riferimento a quanto riportato nel paragrafo 2.3 ($F_L = k \cdot D_{max}$, il franco lordo F_L è pari ad una quota percentuale k della massima immersione D_{max} della nave di progetto) e sulla base dei dati di immersione delle navi di progetto prese come riferimento, si ottiene quanto segue.

– **Canale esterno di accesso al porto**

Per il calcolo della profondità minima del canale di accesso in prossimità della nuova imboccatura portuale prevista dal P.R.P. 2007 si è fatto riferimento a condizioni di mare aperto ($k=20\%$) ed alla nave di progetto caratterizzata da valori massimi di immersione (**Bulk Carrier**: $D_{max}=10.5$ m).

Con le ipotesi fatte, risultando un franco lordo sotto chiglia pari a $F_L = 2.1$ m, si ottiene che la profondità minima del canale necessaria a garantire l'accesso in sicurezza al nuovo porto di Vasto deve essere pari a – 12.6 m s.l.m., ampiamente rispettata viste le profondità che caratterizzano la nuova imboccatura portuale prevista dal presente P.R.P. 2007 (circa -15 m s.l.m.).

– **Bacino commerciale di ponente**

Per il calcolo della profondità minima di dragaggio da prevedere all'interno del bacino di ponente si è fatto riferimento, tra le navi di progetto ipotizzate per questo bacino, ad una imbarcazione di tipo General Cargo avente una LOA da 150 m ed un'immersione massima pari a 8.6 m.

Considerando che in questo bacino non si riscontrano livelli di agitazione ondosa residua cospicui (vedi "Studio penetrazione del moto ondoso" allegato al presente progetto di PRP 2007), con un coefficiente k pari al 10% ed un franco lordo sotto chiglia pari a

$F_L=0.86$ m, sarà necessario garantire una profondità minima dei fondali all'interno del bacino pari a circa 9.5 m.

– **Bacino commerciale di levante**

Per il calcolo della profondità minima di dragaggio da prevedere all'interno del nuovo bacino di levante si è fatto riferimento, tra le navi di progetto ipotizzate per questo bacino, ad una imbarcazione di tipo Bulk Carrier avente una LOA da 180 m ed un'immersione massima pari a 10.5 m.

Considerando che nel nuovo bacino non si riscontrano livelli di agitazione ondosa residua cospicui (vedi "Studio penetrazione del moto ondoso" allegato al presente progetto di PRP 2007), con un coefficiente k pari al 10% ed un franco lordo sotto chiglia pari a $F_L=1.05$ m), sarà necessario garantire una profondità minima dei fondali all'interno del bacino pari a circa 11.6 m.

5.1.2 Larghezza canale di accesso

Per il nuovo porto di Vasto il dimensionamento e le verifiche del canale di accesso sono state effettuate considerando imbarcazioni che rispettano i seguenti requisiti:

- buona manovrabilità, comunque in condizioni di bassa velocità di navigazione nel canale;
- vento moderato (<33 nodi);
- correnti longitudinali e trasversali basse e trascurabili;
- incremento dovuto al moto ondoso pari a 0.5 B (larghezza dell'imbarcazione di progetto).

Nelle verifiche condotte si è comunque ipotizzato un livello di rischio ed una densità di traffico basse, sia perché le navi di progetto non trasportano merci pericolose, sia perché le combinazioni di contemporaneità delle navi in transito hanno una probabilità di verificarsi estremamente bassa.

Peraltro viste le diverse tipologie di imbarcazioni commerciali che frequenteranno il nuovo porto di Vasto, e la coesistenza delle stesse con imbarcazioni da pesca e da turismo sono stati ipotizzati diversi scenari utili a fornire indicazioni oggettive sulla regolamentazione del transito lungo il canale di accesso.

– **Scenario 1**

Tale scenario prevede che il canale di accesso al nuovo porto di Vasto sia ad un solo senso di navigazione e sia percorso dall'imbarcazione tra quelle di progetto caratterizzata dalla larghezza maggiore. In particolare è stata scelta come nave di progetto

quella tipo Ro-Ro avente una lunghezza massima fuori tutto pari a 200 m, una larghezza pari a 30 m ed un pescaggio massimo pari a 10 m.

Sulla base delle ipotesi sopra riportate ed in funzione delle caratteristiche della nave prescelta si ottiene quanto segue.

Nave tipo Ro-Ro: $B = 30$ m.

1. Larghezza della corsia di manovra W_M :

manovrabilità della nave buona	$1.3 \cdot B$	$1.3 \times 30 = 39$ m
vento prevalente moderato (<33 nodi)	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 30 = 15$ m
incremento dovuto al moto ondoso	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 30 = 15$ m
aiuto alla navigazione moderato e buona visibilità	$0.2 B$	$0.2 \times 30 = 6$ m

2. Incrementi della larghezza per franco di sponda W_B :

sponda del canale inclinata	$0.7 \cdot B$	$2 \times 0.7 \times 30 = 42$ m
-----------------------------	---------------	---------------------------------

In conclusione per il transito ad un solo senso di navigazione delle imbarcazioni di progetto prescelte tipo Ro-Ro la larghezza minima del canale di accesso deve risultare pari a 117 m.

– **Scenario 2**

Tale scenario prevede lungo il canale di accesso il transito a doppio senso di navigazione considerando come navi commerciali di progetto quelle tipo General Cargo aventi un lunghezza massima pari a 120 m, una larghezza massima pari a 18 m ed un pescaggio massimo di 7m.

Sulla base delle ipotesi sopra riportate ed in funzione delle caratteristiche delle navi prescelte si ottiene quanto segue.

Nave tipo General Cargo: $B = 18$ m

1. Larghezza della corsia di manovra $2 \times W_{M1}$:

manovrabilità della nave buona	$1.3 \cdot B$	$2 \times 1.3 \times 18 = 46.8$ m
vento prevalente moderato (<33 nodi)	$0.5 \cdot B$	$2 \times 0.5 \times 18 = 18$ m
incremento dovuto al moto ondoso	$0.5 \cdot B$	$2 \times 0.5 \times 18 = 18$ m
aiuto alla navigazione moderato e buona visibilità	$0.2 B$	$2 \times 0.2 \times 18 = 7.2$ m

2. Incrementi della larghezza per franco di sponda $2 \times W_{B1}$:

sponda del canale inclinata	$0.7 \cdot B$	$2 \times 0.7 \times 18 = 25.2$ m
-----------------------------	---------------	-----------------------------------

3. Incremento della larghezza per doppio senso di navigazione W_P :

bassa velocità di navigazione nel canale	$1.2 \cdot B$	$1.2 \times 18 = 21.6$ m
--	---------------	--------------------------

Dai risultati sopra ottenuti si evince che la larghezza minima del canale di accesso per garantire il transito a doppio senso di navigazione delle imbarcazioni di progetto prescelte per lo scenario 3 deve risultare pari a circa 137 m.

– **Scenario 3**

Tale scenario prevede lungo il canale di accesso il transito a doppio senso di navigazione considerando le navi commerciali di progetto con la minima larghezza. In particolare si è ipotizzato il transito contemporaneo di due navi tipo General Cargo aventi un lunghezza massima pari a 90 m, una larghezza massima pari a 14 m ed un pescaggio massimo di 6m.

Sulla base delle ipotesi sopra riportate ed in funzione delle caratteristiche delle navi prescelte si ottiene quanto segue.

Nave tipo General Cargo: $B = 14$ m

1. Larghezza della corsia di manovra $2 \times W_{M1}$:

manovrabilità della nave buona	$1.3 \cdot B$	$2 \times 1.3 \times 14 = 36.4$ m
vento prevalente moderato (<33 nodi)	$0.5 \cdot B$	$2 \times 0.5 \times 14 = 14$ m
incremento dovuto al moto ondoso	$0.5 \cdot B$	$2 \times 0.5 \times 14 = 14$ m
aiuto alla navigazione moderato e buona visibilità	$0.2 B$	$2 \times 0.2 \times 14 = 5.6$ m

2. Incrementi della larghezza per franco di sponda $2 \times W_{B1}$:

sponda del canale inclinata	$0.7 \cdot B$	$2 \times 0.7 \times 14 = 19.6$ m
-----------------------------	---------------	-----------------------------------

3. Incremento della larghezza per doppio senso di navigazione W_P :

bassa velocità di navigazione nel canale	$1.2 \cdot B$	$1.2 \times 14 = 16.8$ m
--	---------------	--------------------------

Dai risultati sopra ottenuti si evince che la larghezza minima del canale di accesso per garantire il transito a doppio senso di navigazione delle imbarcazioni di progetto prescelte per lo scenario 3 deve risultare pari a circa 106 m.

– **Scenario 4**

Tale scenario prevede che il canale di accesso al nuovo porto di Vasto sia transitato a doppio senso di navigazione con le seguenti navi di progetto.

Nave tipo General Cargo avente una lunghezza massima fuori tutto pari a 150 m, una larghezza pari a 25 m ed un pescaggio massimo pari a 8.6 m; nave tipo peschereccio avente una lunghezza massima pari a 35 m, una larghezza pari a 7 m ed un pescaggio massimo pari a 3 m.

Sulla base delle ipotesi sopra riportate ed in funzione delle caratteristiche delle navi prescelte si ottiene quanto segue.

Nave tipo General Cargo: $B = 25 \text{ m}$ 1. Larghezza della corsia di manovra W_{M1} :

manovrabilità della nave buona	$1.3 \cdot B$	$1.3 \times 25 = 32.5 \text{ m}$
vento prevalente moderato (<33 nodi)	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 25 = 12.5 \text{ m}$
incremento dovuto al moto ondoso	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 25 = 12.5 \text{ m}$
aiuto alla navigazione moderato e buona visibilità	$0.2 B$	$0.2 \times 25 = 5 \text{ m}$

2. Incrementi della larghezza per franco di sponda W_{B1} :

sponda del canale inclinata	$0.7 \cdot B$	$0.7 \times 25 = 17.5 \text{ m}$
-----------------------------	---------------	----------------------------------

3. Incremento della larghezza per doppio senso di navigazione W_P :

bassa velocità di navigazione nel canale	$1.2 \cdot B$	$1.2 \times 25 = 30 \text{ m}$
--	---------------	--------------------------------

Nave tipo Peschereccio: $B = 7 \text{ m}$ 1. Larghezza della corsia di manovra W_{M2} :

manovrabilità della nave buona	$1.3 \cdot B$	$1.3 \times 7 = 9.1 \text{ m}$
vento prevalente moderato (<33 nodi)	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 7 = 3.5 \text{ m}$
incremento dovuto al moto ondoso	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 7 = 3.5 \text{ m}$
aiuto alla navigazione moderato e buona visibilità	$0.2 B$	$0.2 \times 7 = 1.4 \text{ m}$

2. Incrementi della larghezza per franco di sponda W_{B2} :

sponda del canale inclinata	$0.7 \cdot B$	$0.7 \times 7 = 4.9 \text{ m}$
-----------------------------	---------------	--------------------------------

Dai risultati sopra ottenuti si evince che la larghezza minima del canale di accesso per garantire il transito a doppio senso di navigazione delle imbarcazioni di progetto prescelte per il seguente scenario deve risultare pari a circa 132 m.

– **Scenario 5**

Tale scenario prevede che il canale di accesso al nuovo porto di Vasto sia transitato a doppio senso di navigazione con le seguenti navi di progetto.

Nave tipo General Cargo avente una lunghezza massima fuori tutto pari a 120 m, una larghezza pari a 18 m ed un pescaggio massimo pari a 7 m; nave tipo peschereccio avente una lunghezza massima pari a 35 m, una larghezza pari a 7 m ed un pescaggio massimo pari a 3 m.

Sulla base delle ipotesi sopra riportate ed in funzione delle caratteristiche delle navi prescelte si ottiene quanto segue.

Nave tipo General Cargo: $B = 18 \text{ m}$ 1. Larghezza della corsia di manovra W_{M1} :

manovrabilità della nave buona	$1.3 \cdot B$	$1.3 \times 18 = 23.4 \text{ m}$
vento prevalente moderato (<33 nodi)	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 18 = 9 \text{ m}$
incremento dovuto al moto ondoso	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 18 = 9 \text{ m}$
aiuto alla navigazione moderato e buona visibilità	$0.2 B$	$0.2 \times 18 = 3.6 \text{ m}$

2. Incrementi della larghezza per franco di sponda W_{B1} :

sponda del canale inclinata	$0.7 \cdot B$	$0.7 \times 18 = 12.6 \text{ m}$
-----------------------------	---------------	----------------------------------

3. Incremento della larghezza per doppio senso di navigazione W_P :

bassa velocità di navigazione nel canale	$1.2 \cdot B$	$1.2 \times 18 = 21.6 \text{ m}$
--	---------------	----------------------------------

Nave tipo Peschereccio: $B = 7 \text{ m}$

1. Larghezza della corsia di manovra W_{M2} :

manovrabilità della nave buona	$1.3 \cdot B$	$1.3 \times 7 = 9.1 \text{ m}$
vento prevalente moderato (<33 nodi)	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 7 = 3.5 \text{ m}$
incremento dovuto al moto ondoso	$0.5 \cdot B$	$0.5 \times 7 = 3.5 \text{ m}$
aiuto alla navigazione moderato e buona visibilità	$0.2 B$	$0.2 \times 7 = 1.4 \text{ m}$

2. Incrementi della larghezza per franco di sponda W_{B2} :

sponda del canale inclinata	$0.7 \cdot B$	$0.7 \times 7 = 4.9 \text{ m}$
-----------------------------	---------------	--------------------------------

Dai risultati sopra ottenuti si evince che la larghezza minima del canale di accesso per garantire il transito a doppio senso di navigazione delle imbarcazioni di progetto prescelte per il seguente scenario deve risultare pari a circa 102 m.

In conclusione, sulla base dei risultati ottenuti ipotizzando diversi scenari di transito all'interno del nuovo canale di accesso (con una larghezza pari a 120 m) previsto dal presente progetto di PRP 2007 è possibile stabilire quanto segue.

Per le navi commerciali aventi una larghezza superiore a 18 m, e comunque non superiore a 30 m, è consentito il transito all'interno del canale di accesso in un solo senso di navigazione.

All'interno dello stesso, sempre considerando le sole navi commerciali, è consentito il transito a doppio senso di navigazione ad imbarcazioni aventi larghezza massima pari a circa 14 m.

Per le imbarcazioni da diporto e da pesca è consentito, salvo il rispetto delle limitazioni appena sopra riportate per le navi commerciali, il transito in contemporanea senza alcuna limitazione.

Va peraltro evidenziato che, nella gestione degli accessi, si dovrà prevedere la precedenza per le imbarcazioni in entrata per ovvie ragioni di sicurezza.

5.2 Cerchio di evoluzione

Le dimensioni del cerchio di evoluzione sono funzione della manovrabilità e della lunghezza L delle navi di progetto.

I valori minimi del diametro del cerchio di evoluzione D generalmente utilizzati (v. C. A. Thoresen, 2003, "Port designer's handbook: recommendations and guidelines", G. P. Tsinker, 2004, "Port engineering: planning, construction, maintenance and security") sono riportati di seguito:

- manovra in condizioni sfavorevoli senza assistenza dei rimorchiatori e senza l'utilizzo dei propulsori laterali $D=4 L$;
- manovra in condizioni favorevoli senza assistenza dei rimorchiatori e senza l'utilizzo dei propulsori laterali $D=3 L$;
- manovra assistita dai rimorchiatori e/o con l'utilizzo dei propulsori laterali $D=1.5-2 L$;
- manovra con l'utilizzo di ancore o briccole $D=1.2 L$.

Per quanto riguarda il bacino commerciale di levante si è ipotizzato, vista la tipologia delle navi che vi dovranno accedere, che la manovra di evoluzione per accedere al bacino stesso verrà effettuata con l'assistenza dei rimorchiatori e con l'utilizzo dei propulsori laterali ($D=1.5-2 L$).

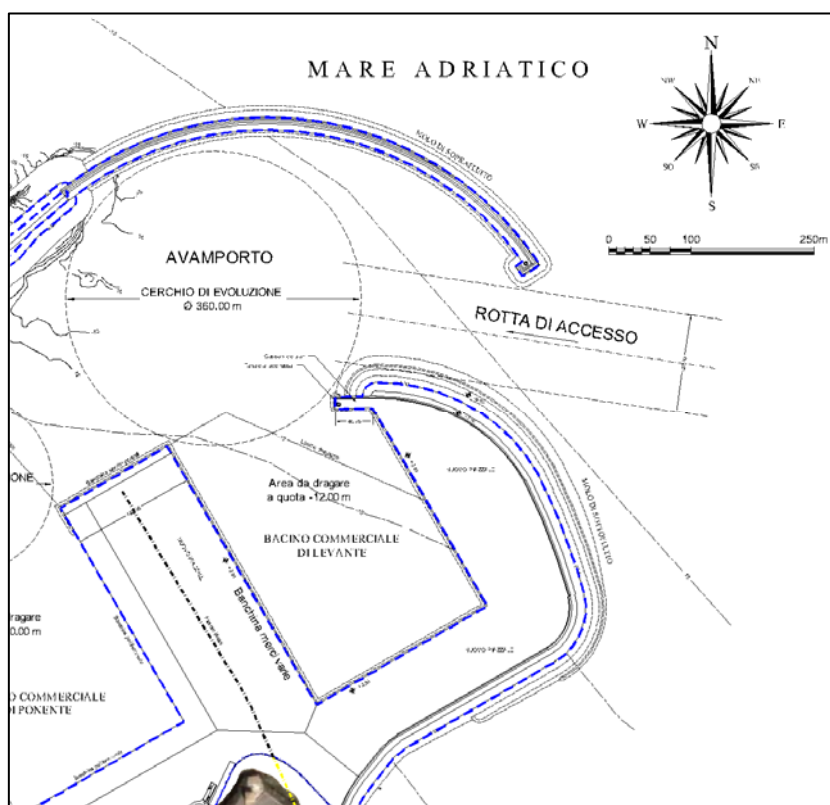
Pertanto nella zona avamportuale del bacino di levante, caratterizzata da un cerchio di evoluzione con un diametro pari a circa 360 m (Figura 5.1), sono possibili le manovre in sicurezza con navi aventi una lunghezza fuori tutto (LOA) non superiore a 200 m ($D=1.7 L$).

Per tutte le navi commerciali aventi una lunghezza fuori tutto non superiore ai 120 m è possibile manovrare anche in assenza dei rimorchiatori e senza l'utilizzo dei propulsori laterali.

Per quanto riguarda il bacino commerciale di ponente, al quale accederanno navi commerciali con una lunghezza fuori tutto non superiore a 150 m, si è ipotizzato un primo scenario nel quale le navi evoluiscono nella zona avamportuale prospiciente il bacino stesso ed un secondo scenario nel quale le stesse effettuano la manovra nella zona avamportuale prospiciente il bacino di levante.

Nel primo scenario, viste le dimensioni dell'area riservata alle evoluzioni (Figura 5.2) con un diametro pari a circa 1.5 volte la lunghezza massima della nave che frequenterà il bacino stesso, è necessario che le manovre siano effettuate con l'assistenza dei rimorchiatori e con l'aiuto dei propulsori laterali.

Qualora si volesse consentire l'accesso delle navi senza l'assistenza dei rimorchiatori è possibile prevedere, limitatamente alle navi con lunghezza non superiore a 120 m, la manovra nel cerchio di evoluzione prospiciente il bacino di levante; infatti, manovrando senza assistenza, per queste navi risulta che il diametro minimo necessario a garantire l'evoluzione in sicurezza è pari a circa 360 m ($D=3 \times L=3 \times 120$ m).



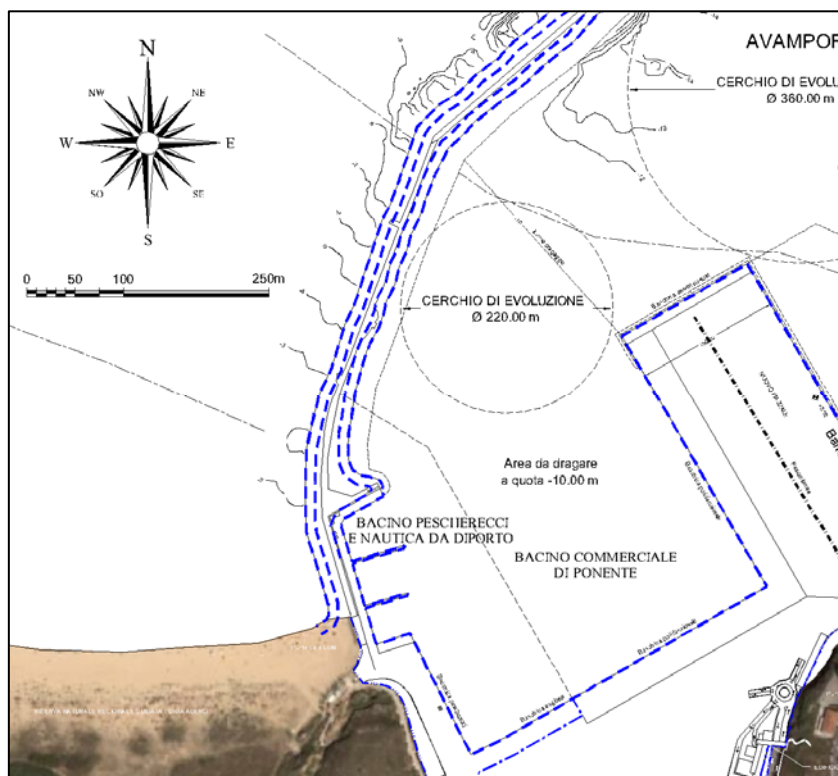


Figura 5.2 – Bacino commerciale di ponente: planimetria di progetto con l'indicazione del canale di accesso

6 STUDIO DELL'OPERATIVITÀ DELLE IMBOCCATURE PORTUALI

Un altro aspetto molto importante relativo ai fondali che condiziona l'agibilità portuale e la sicurezza della navigazione è la probabilità di frangimento all'imboccatura.

In particolare non si potrà considerare agibile l'imboccatura del porto quando si sarà in presenza di una frequente successione di onde frangenti.

Nel presente capitolo, analizzata preliminarmente la serie storica propagata in prossimità del porto di Vasto (per maggiori dettagli si rimanda allo studio meteo marino allegato al presente progetto di P.R.P.), viene descritto il criterio utilizzato per poter definire l'altezza d'onda limite al frangimento per i diversi fondali che caratterizzano la nuova imboccatura portuale e di conseguenza l'operatività della stessa in relazione al frangimento.

6.1 Definizione dell'altezza d'onda limite al frangimento

L'altezza d'onda al frangimento (H_b) può essere valutata attraverso l'espressione consigliata da Goda (1985):

$$H_b = L_o \times 0.12 \times \left\{ 1 - \exp \left[- \frac{1.5 \cdot \pi \cdot d_b}{L_o} \cdot (1 + 15 \cdot \tan^{4/3} \vartheta) \right] \right\}$$

dove:

- $L_o = g T_m^2 / (2\pi)$: lunghezza d'onda al largo (m)
- d_b : profondità di frangimento (m)
- ϑ : pendenza del fondale ($\tan \vartheta = 1/100$)

Attraverso tale formula è stato possibile definire per diverse classi di periodo d'onda medio (T_m) il limite di frangimento in termini di altezza d'onda (H_b) in relazione a diversi valori della profondità del fondale (Tabella 6.1).

Tabella 6.1 – Limiti di frangimento in termini di altezza d'onda suddivisi per classi di periodo medio e profondità del fondale.

d_b (m)	CLASSI DI PERIODO MEDIO T_m (s)					
	$T_m < 4$	$4 \leq T_m < 6$	$6 \leq T_m < 8$	$8 \leq T_m < 10$	$10 \leq T_m < 12$	$12 \leq T_m < 14$
12.0	3.84	5.16	6.96	7.98	8.57	8.94
12.5	3.88	5.25	7.15	8.24	8.87	9.27
13.0	3.91	5.33	7.34	8.49	9.17	9.60
13.5	3.94	5.41	7.52	8.74	9.47	9.92
14.0	3.97	5.49	7.69	8.98	9.76	10.25
14.5	4.00	5.56	7.86	9.22	10.05	10.57
15.0	4.02	5.62	8.02	9.46	10.33	10.88
15.5	4.04	5.68	8.17	9.69	10.61	11.20
16.0	4.06	5.74	8.33	9.91	10.89	11.51
16.5	4.08	5.79	8.47	10.14	11.16	11.81
17.0	4.09	5.85	8.62	10.35	11.43	12.12

6.2 Probabilità di superamento dell'altezza d'onda limite al frangimento

Individuato il valore limite al frangimento, in termini di altezza d'onda, per le diverse profondità del fondale che caratterizzano la nuova imboccatura portuale è necessario stabilire, in relazione al regime d'onda annuale ricostruito in prossimità del porto di Vasto (vedi studio meteomarinario, punto V), quanto questo venga mediamente superato ogni anno ovvero un tempo di operatività portuale.

A tal fine si è ipotizzato che per un dato stato di mare, caratterizzato da un'altezza d'onda significativa H_s , i valori delle altezze d'onda H associate a questo siano distribuiti secondo la distribuzione di probabilità alla Rayleigh:

$$F(H) = 1 - \exp\left[-2\left(\frac{H}{H_s}\right)^2\right].$$

Per determinare la frequenza di frangimento in un anno medio climatico in prossimità dell'area (profondità variabile tra -12 e -17 m s.l.m.) antistante la nuova imboccatura portuale è stato necessario calcolare, per ogni stato di mare relativo alla serie ondometrica ricostruita davanti al porto di Vasto, la probabilità $F(H_b)$ che un certo valore dell'altezza d'onda superi il valore limite al frangimento.

In particolare considerando una determinata fascia di frangimento opportunamente scelta (variabile tra -12 e -17 m s.l.m., Figura 6.1) e quindi un valore medio di superamento relativo a tale fascia, si ottiene una frequenza di frangimento pari a circa lo 0.025% cui corrisponde un'inoperosità del porto della durata complessiva di circa 2 ore

l'anno, mentre per la configurazione attuale (profondità variabile tra -10 e -15 m s.l.m.) si attesta a circa lo 0.076% cui corrisponde un'inoperosità del porto della durata complessiva di circa 7 ore l'anno.

Tale risultato mostra come la nuova configurazione di PRP 2007 proposta per il porto di Vasto garantisce, salvo qualche caso particolare, l'ingresso alle imbarcazioni in condizioni di sicurezza senza che si verifichino spiacevoli fenomeni di frangimento in prossimità dell'imboccatura portuale, migliorando le condizioni di manovrabilità in corrispondenza dell'imboccatura portuale rispetto alla attuale imboccatura portuale.

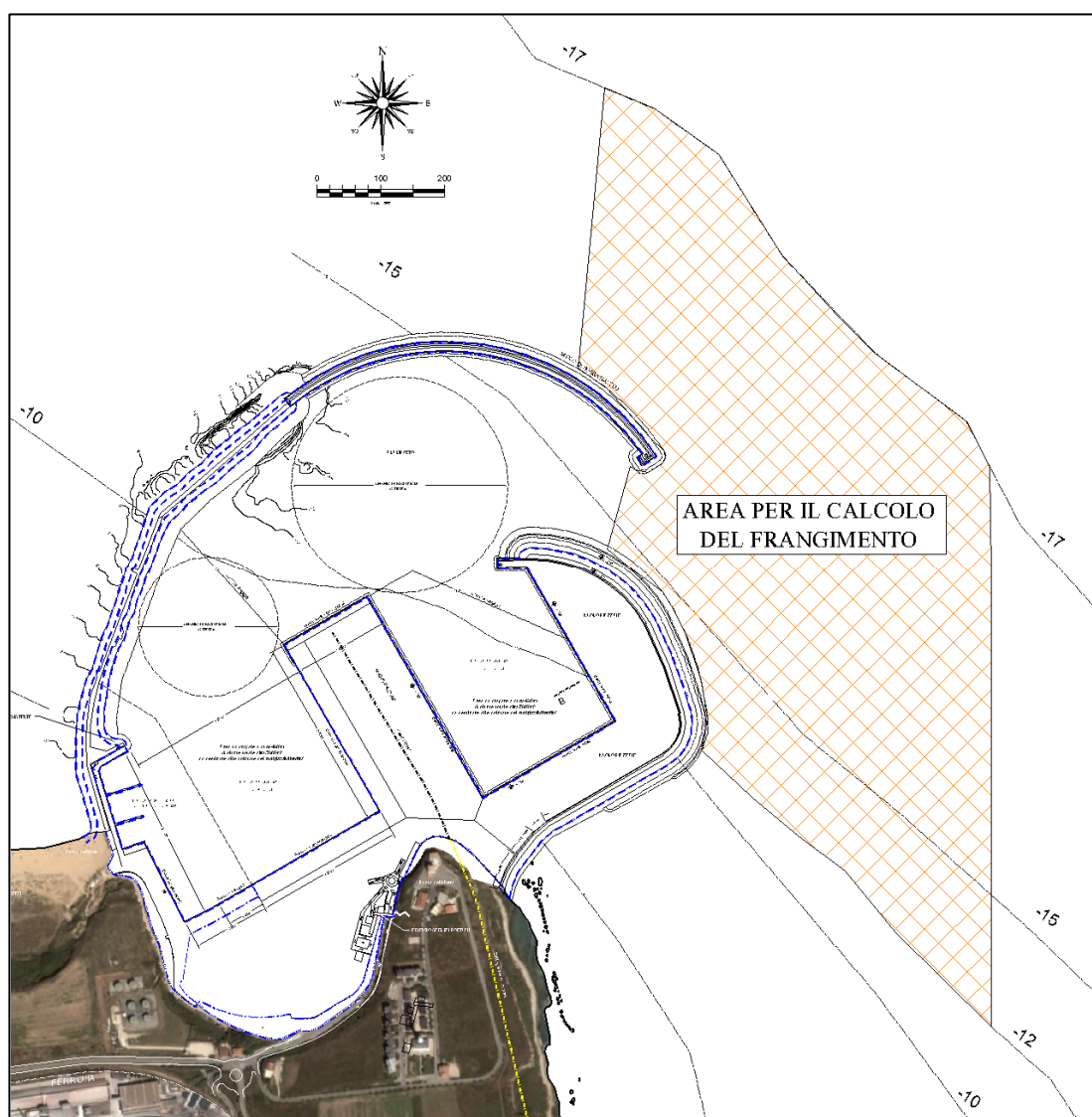


Figura 6.1 – Area di riferimento per il calcolo della frequenza di frangimento

7 STUDIO DEL “DOWN TIME” DELLE BANCHINE

Il grado di attenuazione del moto ondoso all'interno dei bacini portuali e quindi i livelli di agitazione all'interno degli stessi risultano di fondamentale importanza per garantire la sicurezza dei natanti in fase di ormeggio e nelle operazioni di carico e scarico merci lungo le banchine portuali. Nel caso particolare di Vasto, sulla base dei risultati ottenuti dallo studio “*Studio dell'agitazione interna portuale*”, redatto nell'ambito del presente progetto di P.R.P. e a cui si rimanda per maggiori dettagli, è stato effettuato uno studio sul “*Down Time*” delle banchine che caratterizzano i nuovi bacini commerciali. Più nel dettaglio, per diverse aree opportunamente scelte e riportate in Figura 7.1, sono stati analizzati i valori del coefficiente di agitazione ondosa residua (pari al rapporto tra l'altezza d'onda riflessa ed altezza d'onda incidente) al fine di poter fornire indicazioni oggettive sul grado di operatività delle banchine presenti nei due nuovi bacini commerciali.

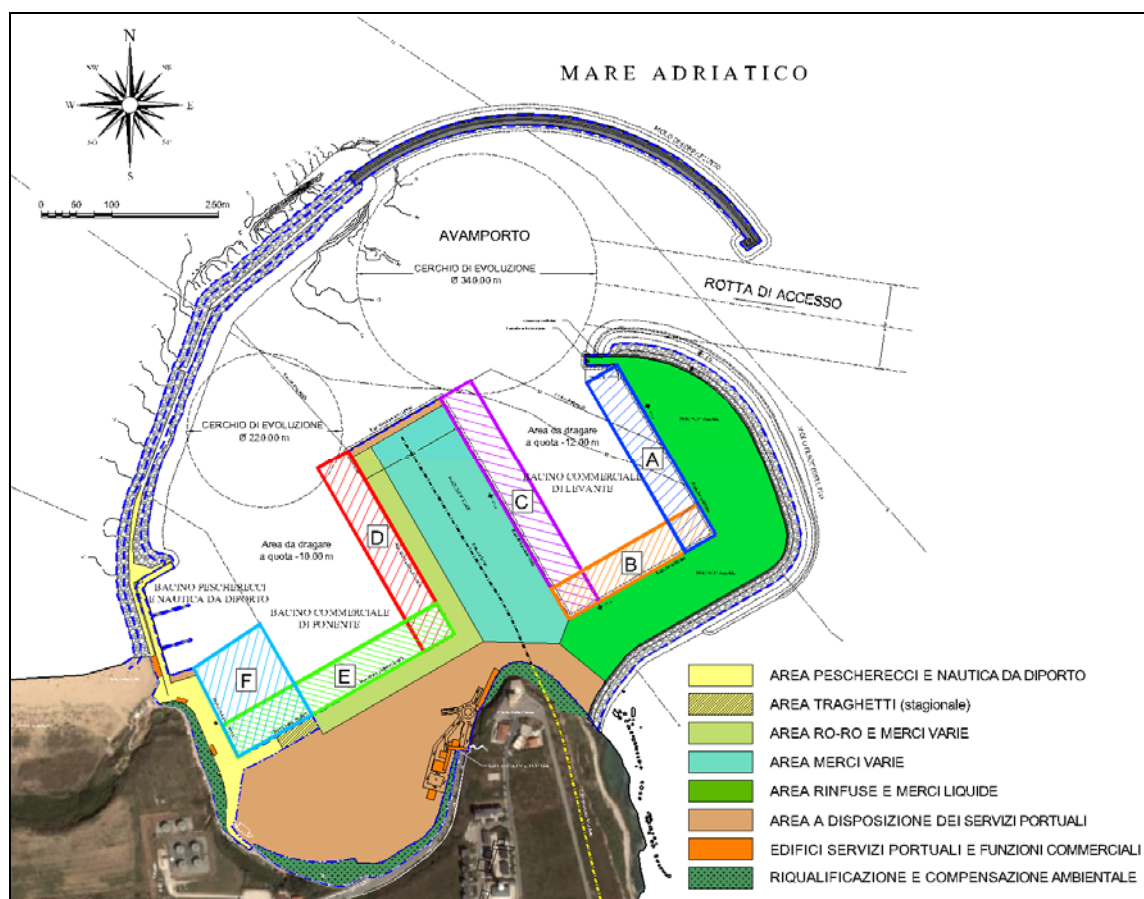


Figura 7.1 – indicazione delle aree di riferimento utilizzate per l'analisi del coefficiente di agitazione ondosa residua calcolato con il modello VEGA (vedi “*Studio dell'agitazione interna portuale*” allegato al presente progetto).

Nel presente studio sono stati presi in esame i soli risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate con eventi di moto ondoso provenienti dalle direzioni di 60°N (Tp=8s; Tp=10s) e 75°N (Tp=6s; Tp=8s; Tp=10s), più gravose ai fini dell'agitazione ondosa all'interno dei bacini in esame.

Per le diverse banchine, tenuto conto del fatto che in prossimità del porto di Vasto e per le direzioni prese in considerazione le massime altezze d'onda significative raggiungibili (vedi studio meteomarinario - Propagazione sotto costa della serie di misure ondametriches) risultano essere rispettivamente pari a 3.5 m (60° N) e 3.0 m (75°N), si ottiene quanto segue.

- **BACINO COMMERCIALE DI PONENTE**

Banchina Pescherecci e Banchina Traghetti (AREA F)

Per il moto ondoso incidente da 60° N si ottiene un valore medio del coefficiente di agitazione k_{med} pari a circa 0.07; per gli eventi provenienti da 75° N si ottiene un valore k_{med} pari a circa 0.12. Considerando tali coefficienti di agitazione e le massime altezze d'onda significative incidenti, si ottengono i seguenti valori dell'altezza d'onda residua H_r .

-Direzioe 60°N: $K_{med} = 0.07$; $H_s = 3.5$ m $\rightarrow H_r = 0.07 \times 3.5$ m ≈ 0.3 m;

-Direzioe 75°N: $K_{med} = 0.12$; $H_s = 3.0$ m $\rightarrow H_r = 0.12 \times 3.0$ m ≈ 0.35 m.

Banchina polifunzionale sud (AREA E)

Per il moto ondoso incidente da 60° N si ottiene un valore medio del coefficiente di agitazione k_{med} pari a circa 0.07; per gli eventi provenienti da 75° N si ottiene un valore k_{med} pari a circa 0.10. Considerando tali coefficienti di agitazione e le massime altezze d'onda significative incidenti, si ottengono i seguenti valori dell'altezza d'onda residua H_r .

-Direzioe 60°N: $K_{med} = 0.07$; $H_s = 3.5$ m $\rightarrow H_r = 0.07 \times 3.5$ m ≈ 0.25 m;

-Direzioe 75°N: $K_{med} = 0.10$; $H_s = 3.0$ m $\rightarrow H_r = 0.10 \times 3.0$ m = 0.30 m.

Banchina polifunzionale est (AREA D)

Per il moto ondoso incidente da 60° N si ottiene un valore medio del coefficiente di agitazione k_{med} pari a circa 0.08; per gli eventi provenienti da 75° N si ottiene un valore k_{med} pari a circa 0.12. Considerando tali coefficienti di agitazione e le massime altezze d'onda significative incidenti, si ottengono i seguenti valori dell'altezza d'onda residua H_r .

-Direzioe 60°N: $K_{med} = 0.08$; $H_s = 3.5$ m $\rightarrow H_r = 0.08 \times 3.5$ m ≈ 0.3 m;

-Direzioe 75°N: $K_{med} = 0.12$; $H_s = 3.0$ m $\rightarrow H_r = 0.12 \times 3.0$ m ≈ 0.35 m.

- **BACINO COMMERCIALE DI LEVANTE**

Banchina merci varie (AREA C)

Per il moto ondoso incidente da 60° N si ottiene un valore medio del coefficiente di agitazione k_{med} pari a circa 0.1; per gli eventi provenienti da 75° N si ottiene un valore k_{med} pari a circa 0.14. Considerando tali coefficienti di agitazione e le massime altezze d'onda significative incidenti, si ottengono i seguenti valori dell'altezza d'onda residua H_r .

-Direzione 60°N: $K_{med} = 0.1$; $H_s = 3.5$ m $\rightarrow H_r = 0.1 \times 3.5$ m = 0.35 m;

-Direzione 75°N: $K_{med} = 0.14$; $H_s = 3.0$ m $\rightarrow H_r = 0.14 \times 3.0$ m ≈ 0.40 m.

Banchina rinfuse sud (AREA B)

Per il moto ondoso incidente da 60° N si ottiene un valore medio del coefficiente di agitazione k_{med} pari a circa 0.04; per gli eventi provenienti da 75° N si ottiene un valore k_{med} pari a circa 0.05. Considerando tali coefficienti di agitazione e le massime altezze d'onda significative incidenti, si ottengono i seguenti valori dell'altezza d'onda residua H_r .

-Direzione 60°N: $K_{med} = 0.04$; $H_s = 3.5$ m $\rightarrow H_r = 0.04 \times 3.5$ m ≈ 0.15 m;

-Direzione 75°N: $K_{med} = 0.05$; $H_s = 3.0$ m $\rightarrow H_r = 0.05 \times 3.0$ m = 0.15 m.

Banchina rinfuse est (AREA A)

Per il moto ondoso incidente da 60° N si ottiene un valore medio del coefficiente di agitazione k_{med} pari a circa 0.06; per gli eventi provenienti da 75° N si ottiene un valore k_{med} pari a circa 0.09. Considerando tali coefficienti di agitazione e le massime altezze d'onda significative incidenti, si ottengono i seguenti valori dell'altezza d'onda residua H_r .

-Direzione 60°N: $K_{med} = 0.06$; $H_s = 3.5$ m $\rightarrow H_r = 0.06 \times 3.5$ m ≈ 0.20 m;

-Direzione 75°N: $K_{med} = 0.09$; $H_s = 3.0$ m $\rightarrow H_r = 0.09 \times 3.0$ m ≈ 0.30 m.

7.1 Limiti di operatività delle banchine

Al fine di poter fornire ulteriori indicazioni sui tempi di inoperosità delle banchine interne ai nuovi bacini commerciali, per ognuna di esse è stato definito il limite di accettabilità in relazione al tipo di nave che vi ormeggerà ed al valore dell'altezza d'onda residua, ovvero al valore dell'altezza d'onda incidente.

Si precisa che l'operatività delle navi è funzione delle oscillazioni che le stesse subiscono a causa dell'azione del moto ondoso che le interessa e non direttamente delle oscillazioni della superficie dell'acqua. Infatti i movimenti che il moto ondoso induce sulla nave non risultano di facile definizione in quanto questi sono fortemente dipendenti sia dalle caratteristiche del moto ondoso incidente (lunghezza, altezza ed incidenza dell'onda) sia dalle caratteristiche delle navi (tipologia, lunghezza, stazza ecc.), che quelle dei parabordi e dei cavi di ormeggio.

Nel presente studio si è ipotizzato che i limiti di operatività che caratterizzano le diverse navi prese in esame dipendano unicamente dai livelli di agitazione ondosa residua che si instaurano lungo le banchine portuali.

In particolare, per le navi di progetto definite nel capitolo secondo, con riferimento ai valori riportati in letteratura, sono stati assunti i seguenti limiti di operatività in termini di valori dell'altezza d'onda residua.

- Navi Ro-Ro: 0.5 m per onde di prua; 0.3 per onde trasversali.
- General Cargo: 1.0 m per onde di prua; 0.8 per onde trasversali.

Sulla base dei valori medi dei coefficienti di agitazione interna ottenuti per le due direzioni prese in considerazione ed in funzione dei limiti sopra definiti, si ottengono i seguenti limiti di operatività delle banchine in termini di massimi valori dell'altezza d'onda significativa incidente e residua.

• BACINO COMMERCIALE DI Ponente

Lungo le banchine polifunzionali sud ed est, destinate al servizio delle navi General Cargo, la condizione più gravosa è rappresentata da un moto ondoso incidente in senso trasversale le navi ormeggiate, pertanto i massimi valori dell'altezza d'onda residua consentiti lungo le due banchine risultano essere pari a 0.8 m ovvero i seguenti valori massimi dell'altezza d'onda incidente.

Banchina polifunzionale est

- Direzione 60°N: $H_{s, \max} = 10.0 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.08 \times 10.0 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$);
- Direzione 75°N: $H_{s, \max} = 6.7 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.12 \times 6.7 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$).

Banchina polifunzionale sud

- Direzione 60°N: $H_{s, \max} = 11.5 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.07 \times 11.5 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$);
- Direzione 75°N: $H_{s, \max} = 8.0 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.10 \times 8.0 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$).

Per quanto riguarda la banchina traghetti, vista la tipologia delle navi la condizione più gravosa è rappresentata anche in questo caso da un moto ondoso incidente in senso trasversale le navi ormeggiate sulla banchina e quindi i valori massimi consentiti dell'altezza d'onda residua risultano essere pari a 0.3 m ovvero i seguenti valori massimi dell'altezza d'onda incidente.

Banchina traghetti

- Direzione 60°N: $H_{s, \max} = 4.3 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.07 \times 4.3 \text{ m} = 0.3 \text{ m}$);
- Direzione 75°N: $H_{s, \max} = 2.5 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.12 \times 2.5 \text{ m} = 0.3 \text{ m}$).

- **BACINO COMMERCIALE DI LEVANTE**

Per le banchine che caratterizzano il nuovo bacino di levante, vista la tipologia delle navi che vi ormeggeranno, le condizioni più gravose sono rappresentate sempre da un moto ondoso incidente in senso trasversale le navi ormeggiate, pertanto i massimi valori dell'altezza d'onda residua consentiti lungo le stesse banchine risultano essere pari a 0.8 m ovvero i seguenti valori massimi dell'altezza d'onda incidente.

Banchina merci varie ovest

- Direzione 60°N: $H_{s, \max} = 8.0 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.1 \times 8.0 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$);
- Direzione 75°N: $H_{s, \max} = 5.7 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.14 \times 5.7 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$).

Banchina rinfuse sud

- Direzione 60°N: $H_{s, \max} = 20 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.04 \times 20 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$);
- Direzione 75°N: $H_{s, \max} = 16 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.05 \times 16 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$).

Banchina rinfuse est

- Direzione 60°N: $H_{s, \max} = 13 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.06 \times 13 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$);
- Direzione 75°N: $H_{s, \max} = 8.9 \text{ m}$ (infatti $K_{\text{med}} \times H_{s, \max} = 0.09 \times 8.9 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$).

Definiti i limiti di operatività delle diverse banchine ed in seguito all'analisi dei risultati ottenuti per il clima d'onda annuale, ricostruito in prossimità del porto di Vasto in termini di frequenze di accadimento (vedi studio meteomarinario), è possibile affermare che per tutte le banchine destinate all'ormeggio delle navi tipo General Cargo non si ravvisano, per tutti gli eventi di moto ondoso ipotizzati, condizioni tali da compromettere l'operatività delle stesse nelle fasi di carico e scarico merci. Infatti negli specchi acquei prospicienti queste banchine i valori dei livelli di agitazione ondosa residua generati dall'azione del moto ondoso incidente da levante risultano essere sempre inferiori ai valori massimi consentiti a fini della sicurezza durante le fasi di lavoro delle navi che le frequenteranno.

Per quanto riguarda la banchina traghetti, visti i valori massimi dell'altezza d'onda consentiti in prossimità della stessa, con eventi provenienti dalla direzione 60°N, associati a valori dell'altezza d'onda significativa mai superiori a 3.5 m, i livelli d'onda residua raggiunti consentono di operare tutti i giorni dell'anno.

Viceversa, per eventi di moto ondoso provenienti dalla direzione 75°N, la banchina risulta non operativa per un tempo pari a circa 0.5 ore l'anno in quanto al valore massimo dell'altezza d'onda consentito $H_{s, \max} = 2.5 \text{ m}$, per quella direzione, è associata una frequenza di superamento pari allo 0.005%.