



COMUNE DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA



MARINA DI PUNTA ALA S.P.A.
 LOCALITA' IL PORTO SNC
 PUNTA ALA - CASTIGLIONE DELLA PESCAIA (GR)
 42°48',48 N - 10°44,22 E

AMPLIAMENTO DEL PORTO TURISTICO DI PUNTA ALA STRALCIO FUNZIONALE OPERE CIVILI MARITTIME

A.01

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE

20	012	DT	A	001	0
----	-----	----	---	-----	---

Committente

Marina di Punta Ala S.p.a.
 sede legale:
 Castiglione della Pescaia (GR)
 Loc. Il Porto - Punta Ala

Progettazione opere marittime:


 MODIMAR s.r.l. Via Monte Zebio 40 - 00195 ROMA
 06.3269461 - www.modimar.it


 Modimar Project S.r.l.
 Via Asmara 72 - 00199 Roma

Progettazione:

Ing. Marco TARTAGLINI
 Ing. Marco DEL BIANCO
 Ing. Andrea SANZONE

Gruppo di lavoro:

Ing. Alessio CAMUSI
 Ing. Valerio TRULLI
 Dott.ssa Sara SCRIMIERI

Consulenza geotecnica:

AGiS Ingegneria s.r.l.
 Ing. Giuseppe IORIO

05.04.2024	0	EMISSIONE	M.D.B.	M.D.B.	M.T.
Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Verificato:	Approvato:

Cliente:



MARINA DI PUNTA ALA S.p.a.

AMPLIAMENTO DEL PORTO TURISTICO DI PUNTA ALA **STRALCIO FUNZIONALE OPERE MARITTIME** **PROGETTO DEFINITIVO**

A.01 RELAZIONE GENERALE **STRALCIO FUNZIONALE OPERE MARITTIME**

CODICE DOCUMENTO: 20 012 DR A.01 0

EMISSIONE FINALE: 05.04.2024



Modimar srl - Via Monte Zebio 40
00195 - Roma

06-3269361 telefono
06-32694630 fax
info@modimar.it email
www.modimar.it web



Modimar Project srl - Via Asmara, 72
00199 - Roma

Consulenza geotecnica:

AGiS Ingegneria

Sommario

Capitolo 1	Premesse	3
1.1	Introduzione.....	3
1.2	Il Piano Regolatore Portuale e il sistema vincolistico	4
1.3	Il Progetto di riqualificazione e ampliamento del porto di Punta Ala	6
Capitolo 2	Caratteristiche del progetto	8
2.1	Stralcio funzionale opere civili marittime.....	8
2.2	Progettazione impianti	11
2.3	Progettazione delle opere marittime in relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.	11
Capitolo 3	Rilievi, indagini e studi specialistici a supporto della progettazione 14	
3.1	Studi di idraulica marittima	14
3.2	Prove di laboratorio su modello fisico della diga foranea	15
3.3	Indagini batimetriche.....	17
3.4	Rilievi topografici e aerofotogrammetrici.....	17
3.5	Indagini geognostiche e prove di laboratorio.....	18
Capitolo 4	Inquadramento geologico e geotecnico.....	20
Capitolo 5	Caratteristiche tecniche e funzionali del Progetto Definitivo	23
5.1	Requisiti funzionali di progetto.....	23
5.2	Ricettività del nuovo porto	23
5.3	Canale di accesso e aree di manovra	24
5.4	Dispositivi di ormeggio in banchina	24
Capitolo 6	Descrizione delle opere	25
6.1	Opere marittime (C).....	25
6.2	Opere di completamento (D).....	31
6.3	Canalizzazioni e sottoservizi (E)	34
6.4	Opere di arredo marittimo e sistemazione spazi esterni (F)	35
Capitolo 7	Fasi lavorative e cronoprogramma	38
Capitolo 8	Stima dei lavori	43
Capitolo 9	Indirizzi per la redazione del Progetto Esecutivo	44

Capitolo 1 Premesse

1.1 Introduzione

Il porto di Punta Ala, in concessione alla Marina di Punta Ala s.p.a. (MPA), fu concepito negli anni '60 ed è operativo dal 1976. Le infrastrutture portuali necessitano oggi di interventi di riqualificazione ed adeguamento, al fine di garantire una maggior sicurezza dell'infrastruttura a servizio dell'utenza pubblica e della nautica da diporto che nel corso degli anni ha subito significative evoluzioni in termini di dimensioni dei natanti e requisiti richiesti.

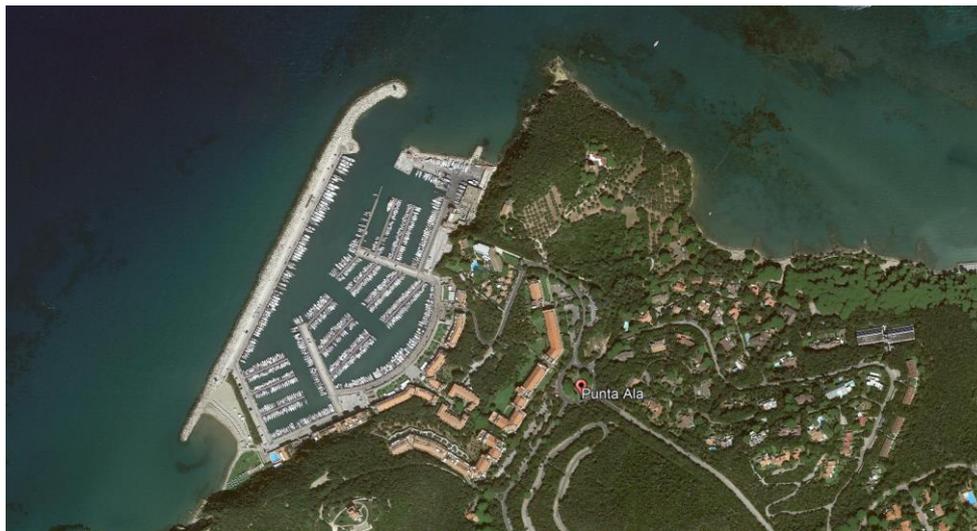


Figura 1. Inquadramento del Porto di Punta Ala.

Il Piano Regolatore Portuale (PRP) redatto dal Comune di Castiglione della Pescaia prevede un ampliamento dello specchio acqueo verso Nord del porto attuale con la realizzazione di un prolungamento delle opere di difesa esistenti e la riqualificazione delle infrastrutture portuali mirate ad un efficientamento ambientale, tecnologico e dei servizi.

In seguito la MPA ha redatto un progetto preliminare ed ha condotto una serie di indagini campo e di studi specialistici rivolti all'approfondimento del quadro conoscitivo di progetto.

La Marina di Punta Ala S.p.a. ha successivamente affidato alla Modimar Srl ed alla MP (Modimar Project Srl), l'incarico per la redazione del Progetto Definitivo dello Stralcio Funzionale Opere Marittime dei "Lavori di Riqualificazione e Ampliamento del Porto di Punta Ala".

Per quanto riguarda in particolare le opere marittime comprese nel presente progetto, in questa fase, il lavoro progettuale è stato comunque sviluppato, approfondito ed aggiornato sulla base di una specifica e mirata campagna di indagini geognostiche di sito e laboratorio, studi meteomarini e indagini idrauliche in canaletta che hanno consentito di verificare ed estendere le conoscenze complessive.

Al fine di consentire una agevole lettura del progetto, è stato predisposto il presente documento che illustra le caratteristiche tecniche funzionali e descrive le opere marittime previste nel progetto di ampliamento.

Dopo una descrizione del quadro geologico e geotecnico di riferimento, vengono inoltre illustrate le principali fasi realizzative e fornite indicazioni preliminari sul cronoprogramma dei lavori, funzionali ad alla migliore stima dei lavori in oggetto. A completamento vengono infine sinteticamente illustrate le principali raccomandazioni per la successiva fase di progettazione esecutiva e l'approfondimento delle prime indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza.

La parte relativa agli aspetti geotecnici riguardanti l'elaborazione ed interpretazione delle prove e lo svolgimento delle verifiche geotecniche è stata curata dall'ing. G. Iorio della società AGiS Ingegneria S.r.l..

1.2 Il Piano Regolatore Portuale e il sistema vincolistico

Il Comune di Castiglione della Pescaia ha approvato in via definitiva il Piano Regolatore Portuale (PRP) del porto di Punta Ala e la contestuale variante al Regolamento Urbanistico, dopo aver approvato la variante al Piano Strutturale in accordo di pianificazione e la sua contestuale Valutazione Ambientale Strategica, ottenuta previa approvazione da parte delle Amministrazioni competenti (Delibera Comunale del 29 maggio 2015) e della definitiva ratifica da parte del Consiglio Regionale il 28 luglio 2015 ai sensi dell'art.43, comma 2 della L.R. 65/2014, oltre alla Valutazione Ambientale Strategica ed alla Verifica di Conformità del PRP al PIT con Valenza di Piano Paesaggistico della Regione Toscana.

Gli obiettivi previsti dal Comune di Castiglione della Pescaia nel PRP per la riqualificazione e l'ampliamento del Porto di Punta Ala sono i seguenti:

- Miglioramento della viabilità nautica e della sicurezza degli ormeggi attraverso una nuova definizione ed un ampliamento delle strutture di difesa dell'ingresso del porto dai venti di traversia (grecale);
- Riqualificazione e ampliamento delle aree e dei servizi forniti per le funzioni di interesse pubblico (Transito, charter, pescherecci, base nautica accessibile, eventi nautici);
- Creazione di un adeguato numero di ormeggi in grado di ospitare imbarcazioni di prestigio che contribuiscano ad elevare gli standard qualitativi dell'offerta territoriale integrata ed offrano sostegno al comparto produttivo della nautica toscana che si presenta come uno tra i settori trainanti dell'economia regionale grazie alla qualità delle produzioni dei poli cantieristici di eccellenza che vantano il riconoscimento di un marchio di qualità a livello internazionale per le produzioni toscane.
- Incremento degli spazi e adeguamento delle strutture dedicate alla attività cantieristica e di manutenzione anche delle imbarcazioni superiori ai 20 mt.
- Armonizzazione della struttura portuale esistente rispetto ai criteri di cui all'allegato I e alle direttive e standard di cui all'allegato II della disciplina del Master Plan della Portualità della Regione Toscana, che consenta, per quanto possibile, di ridurre le criticità presenti.

- Revisione dell'offerta dei posti dedicati agli utenti in transito con una nuova collocazione funzionale alle specifiche esigenze;
- Sostegno alla qualificazione dei porti e approdi esistenti sotto il profilo della dotazione dei servizi aggiuntivi al diportista e alla crescita di attività connesse alla nautica quali il rimessaggio e la piccola cantieristica.
- Il progetto costituisce la naturale evoluzione progettuale delle disposizioni contenute nel PRP, già valutato positivamente sotto il profilo ambientale nella procedura VAS sopra richiamata. Tutte le indicazioni progettuali e gli approfondimenti ambientali contenute nelle raccomandazioni del parere VAS sono state implementate nel progetto preliminare e recepite nel progetto definitivo.

L'area del Porto non risulta né compresa o limitrofa a siti che costituiscono elementi della Rete Ecologia Europea denominata Rete Natura 2000.

Non sono presenti aree protette ai sensi della L. 394/91 e LRT 49/95.

L'area SIR più vicina si estende a sud, oltre il Porto di Punta Ala, denominata SIR 107 "Punta Ala e isolotto dello Sparviero" e SIC omonimo (cod. natura 2000 (IT51A0007)).

Si fa presente infine che, come previsto dal PRP, la Regione Toscana, nell'ambito del progetto "2016/DC/12 - Interventi di ripascimento del litorale a nord di punta Hidalgo" ha realizzato un intervento di dragaggio e refluento che ha visto il prelievo di circa 70 mila m³ dall'imboccatura del porto di Punta Ala al fine di effettuare il ripascimento di un tratto di litorale, di 1.2 km di lunghezza, a Nord di Punta Hidalgo.

1.3 Il Progetto di riqualificazione e ampliamento del porto di Punta Ala

La Marina di Punta Ala Spa, quale naturale attuatore delle previsioni urbanistiche contenute nel PRP e negli strumenti urbanistici sovraordinati (PIT-PPR, PTC, PS, RU), ha elaborato il progetto preliminare dell'ampliamento del porto in conformità alle disposizioni urbanistiche, adattandolo ai criteri di miglior utilizzazione della struttura portuale individuati nel corso di una pluriennale gestione della stessa.

Il porto nella sua configurazione attuale evidenzia molteplici criticità, a tal scopo la soluzione di progetto, in accordo con le prescrizioni e le indicazioni di piano, ha affrontato i seguenti aspetti:

- *Difesa del bacino portuale dagli stati di mare provenienti dal settore di Grecale.* La configurazione attuale delle opere di difesa non consente l'adeguata protezione dei bacini interni dagli eventi di Grecale, i quali sono responsabili di agitazioni ondose interne, anche dovuta alla particolare esposizione dell'imboccatura portuale verso nord-est, che creano disagi all'utenza. La configurazione proposta dal progetto, verificata dall'Università di Firenze con l'utilizzo di modellazione numerica, garantisce il rispetto delle condizioni di comfort disposte dalle vigenti Raccomandazione Tecniche AIPCN-PIANC.

- *potenziamento della fruibilità pubblica (transiti, charter, regate, base nautica accessibile)*
- *rispondere alle mutate richieste di ormeggi espresse dal mercato, con particolare riferimento alla nautica maggiore (c.d. maxy yacht e super yacht);*
- *eliminare le interferenze presenti tra la viabilità portuale e la viabilità cantieristica per il raggiungimento della torre di controllo e della stazione carburanti;*
- *Ospitalità alla flotta peschereccia di Castiglione della Pescaia in inverno in condizioni meteo avverse.* Attualmente la flotta pescherecci, in condizioni meteo avverse invernali, viene ospitata, su autorizzazione della Capitaneria di Porto, presso i pontili di transito del porto di Punta Ala. Attualmente il porto non dispone di banchine di ormeggio adeguatamente attrezzate all'accoglienza dei pescherecci. La nuova configurazione predispone una banchina attrezzata allo scopo di poterli ormeggiare in condizioni meteo avverse invernali.
- *Potenziamento delle strutture destinate all'attività cantieristica.* L'attività cantieristica costituisce attività economica importante per il territorio (impiego di manodopera qualificata), oltre a fornire servizi essenziali all'utenza portuale, sia in condizioni ordinarie sia in condizioni di emergenza. Il potenziamento della stessa consente il rilancio dell'attività economica sul territorio ed il potenziamento dell'intera infrastruttura in continuità con l'adeguamento della ricettività portuale.

L'attuazione dell'intervento proposto, oltre a garantire il raggiungimento degli obiettivi contenuti nel PRP e negli strumenti urbanistici sovraordinati (PIT-PPR, PTC, PS, RU), comporterà il miglioramento delle seguenti criticità ambientali presenti nel contesto nel quale si inserisce l'area portuale:

- *Concorrenza al riequilibrio delle spiagge.* La modellistica numerica, eseguita dall'Università di Firenze nell'ambito degli Studi di Settore a supporto del PRP, evidenzia che la nuova configurazione della diga, grazie al suo prolungamento, concorre al riequilibrio delle spiagge site a nord di Punta Hidalgo, riducendo l'entità delle correnti litoranee e del conseguente trasporto litoraneo vicino a riva, principale causa dell'erosione.
- *Contrasto dei fenomeni erosivi della falesia presente nell'attuale imbocco del porto.* Il prolungamento della Diga Foranea verso nord ed il nuovo piazzale Cantiere costituiscono una riduzione del campo di moto delle correnti litoranee che attualmente insistono direttamente sulla stessa.

Capitolo 2 Caratteristiche del progetto

2.1 Stralcio funzionale opere civili marittime

Il presente progetto definitivo è rivolto alla definizione delle **opere civili marittime** previste per la realizzazione del **primo stralcio funzionale** dei lavori di riqualificazione ed ampliamento del Porto di Punta Ala, come illustrato nello schema planimetrico di Figura 3.

Il Progetto è stato sviluppato in attuazione del PRP per la riqualificazione e l'ampliamento del Porto di Punta Ala approvato dal Comune di Castiglione della Pescaia in data 28/08/2018 con Deliberazione di Consiglio n. 70.

L'area complessiva dell'ampliamento portuale ammonta a 81.610 m², di cui 51.226 m² di specchio acqueo, 30.384 m² di aree a terra (sopra il livello medio mare).

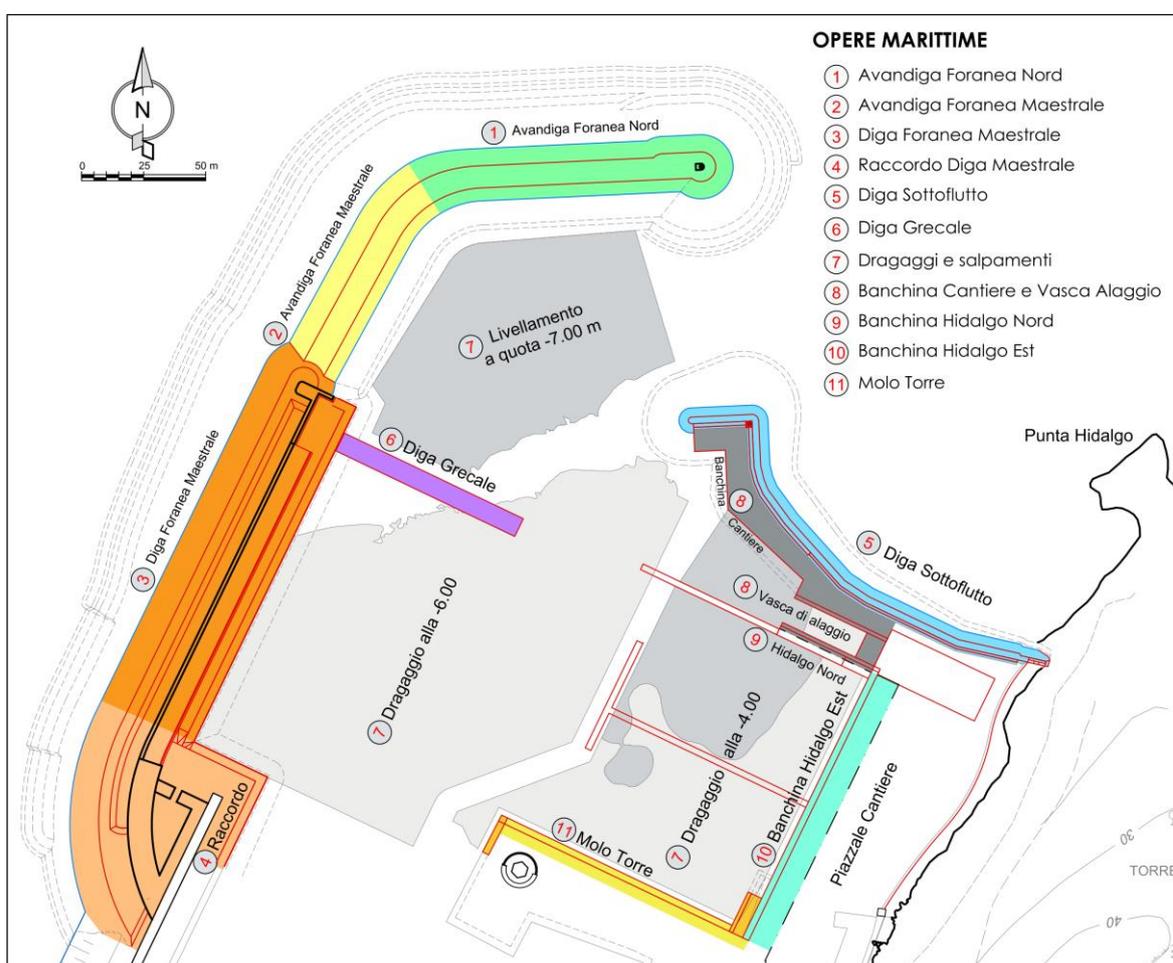


Figura 3. Planimetria di progetto

In particolare le attività di progettazione si sono focalizzate sulla definizione delle nuove opere foranee a gettata realizzate in massi naturali: i) la nuova Diga Foranea di sopraflutto, realizzata in prosecuzione alla diga foranea attuale, ii) la nuova Diga Sottoflutto, che di fatto rappresenta una trasposizione verso Nordest dell'attuale molo sottoflutto radicato a terra.

Le suddette opere foranee, per la loro rilevanza, rappresentano l'intervento prevalente del progetto e sono realizzate in continuità tipologica e geometrica con l'esistente.

La soluzione di progetto è stata definita considerando le azioni di progetto (moto ondoso e livelli del mare), la disponibilità dei massi naturali provenienti dalle cave localizzate in prossimità dell'area di intervento, i costi di realizzazione e di manutenzione, nonché i possibili impatti sull'ambiente.

A seguito di una attenta valutazione, in relazione ai livelli di rischio attesi, si è scelto di optare per un'opera foranea protetta da una mantellata costituita da massi naturali di peso compreso tra 5 e 8 tonnellate, contraddistinta da una stabilità dinamica.

In ragione di tale scelta è possibile che a seguito di eventi estremi di moto ondoso, contraddistinti da tempi di ritorno elevati (50, 100 anni), alcuni massi vengano movimentati. e pertanto si renda necessario effettuare degli interventi di manutenzione per ripristinare l'integrità della mantellata della diga.

Di conseguenza, nel corso della vita dell'opera, saranno necessarie delle attività di monitoraggio per verificare, specialmente a seguito di eventi di moto ondoso particolarmente intensi, l'eventuale movimentazione dei massi costituenti la mantellata.

Per la realizzazione della nuova Avandiga Foranea Maestrale e dell'Avandiga Foranea Nord, il progetto del primo stralcio funzionale delle opere marittime ha optato per la realizzazione di un'opera foranea in massi naturali trascinabile. In una successiva fase di attuazione tale opera potrà essere adeguata alle previsioni di PRP realizzando un coronamento in calcestruzzo, rifiorando la mantellata e realizzando i banchinamenti interni.

Le opere di difesa previste per l'ampliamento del Marina di Punta Ala sono completate dalla nuova Diga Grecale per la protezione degli specchi acquei interni dalle onde generate localmente all'interno del golfo di Follonica provenienti da grecale.

In funzione degli esiti delle prossime indagini geotecniche integrative previste dal MPA e in fase di affidamento si prevede di realizzare la nuova diga con moduli prefabbricati di calcestruzzo, che potranno essere posati su uno scanno di imbasamento o ormeggiati con corpi morti e catenarie per costituire un frangiflutti galleggiante.

Il progetto, in accordo con le NTA del PRP, prevede il salpamento dell'attuale avandiga di sopraflutto e della scogliera posta a protezione del molo sottoflutto. È previsto il completo riutilizzo dei materiali oggetto di salpamento per la realizzazione di nuclei e mantellate delle nuove opere in progetto riducendo così l'impiego di materiale proveniente da cava.

Le nuove dighe foranee formano un ampio avamposto e proteggono i nuovi specchi acquei interni dove sorgeranno: i) la nuova Darsena Hidalgo e ii) la nuova Darsena di Maestrale.

I canali navigabili e l'imboccatura sono stati definiti in accordo con le Raccomandazioni Tecniche AIPCN-PIANC.

Le darsene interne, i cui perimetri sono costituiti, in analogia con lo stato di fatto, da banchine realizzate con massi sovrapposti di calcestruzzo, sono destinate ad accrescere la ricettività portuale. Complessivamente verranno realizzati 141 nuovi posti barca di cui 19, ubicati nella nuova darsena maestrale, destinati ad accogliere yacht di lunghezza compresa tra 32 e 50 m.

In funzione della flotta di progetto è stato previsto un intervento di dragaggio e riempimento per adeguare i fondali esistenti rispettivamente alla quota di -4.0 m slm, all'interno della Darsena Hidalgo, -5.0 m, nella zona prospiciente alla zona cantieristica e -6.0 m slm nella Darsena Maestrale.

In linea con le disposizioni delle NTA del PRP i sedimenti derivanti dal dragaggio del porto saranno utilizzati per la realizzazione dei riempimenti e livellamenti del fondale all'interno dell'ambito portuale.

I lavori di riqualificazione del porto prevedono inoltre un'espansione a Nord dell'area cantieristica con la formazione di un nuovo piazzale di circa 5800 m² e una nuova vasca di alaggio 11.0 m × 30.0 m per l'alaggio e il varo di imbarcazioni di elevate dimensioni. Infine, sul versante interno della nuova diga sottoflutto, è prevista la realizzazione di un banchinamento "a giorno" su pali che offrirà la possibilità di ormeggiare le imbarcazioni in riparazione presso il cantiere nautico.

L'approvvigionamento dei materiali e le operazioni di costruzione avverranno sia via mare che via terra, cercando di prediligere la prima modalità al fine di minimizzare potenziali impatti.

Le lavorazioni saranno eseguite garantendo la continuità dell'operativa del porto, durante la stagione che si estende da maggio a settembre le lavorazioni verranno ridotte per ridurre l'interferenza con la nautica da diporto.

Prima dell'avvio dei lavori sarà effettuata una campagna di ricerca e bonifica di ordigni bellici e di monitoraggio archeologico ed ambientale.

Per tutti i diversi corpi d'opera sono stati preliminarmente definiti, sulla base della normativa, delle raccomandazioni internazionali e delle richieste della MPA, i requisiti funzionali di progetto e le azioni di progetto. Sulla base di questi sono state dimensionate le opere ed impostate le relative verifiche di stabilità globali, geotecniche e strutturali eseguite con riferimento alle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018.

A tal riguardo si evidenzia che le opere foranee della diga sopraflutto sono state oggetto di una fase di studio su modello fisico presso il laboratorio di ingegneria marittima dell'Università di Firenze a seguito della quale sono state definite le caratteristiche geometriche della sezione, la pezzatura dei massi naturali tali da assicurare la stabilità della mantellata, le altezze delle opere rispetto al medio mare tali da garantire il loro funzionamento in condizioni di sicurezza a fronte del verificarsi delle condizioni meteomarine di progetto.

Lo stralcio funzionale ha riguardato inoltre opere di completamento, opere di arredo marittimo e sistemazione degli spazi esterni del nuovo porto e la predisposizione dei cunicoli di servizio per il futuro passaggio degli impianti a rete e dei servizi (rete idrica, antincendio, fognatura, rete elettrica, dati, etc...).

Il progetto ha sviluppato ipotesi di fasi realizzative ed il relativo cronoprogramma ed è completato dai documenti tecnico amministrativi (computo, elenco prezzi etc...), l'aggiornamento delle prime indicazioni per la sicurezza, comprensivo della stima dei costi

contrattuali per la sicurezza, finalizzati alla successiva fase di appalto ed all'ottenimento del permesso di costruire.

Il progetto definitivo è suddiviso nei seguenti capitoli:

	PROGETTO DEFINITIVO - STRALCIO OPERE CIVILI MARITTIME
A	ELABORATI GENERALI
B	RILIEVI, INDAGINI E STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE
C	OPERE MARITTIME
D	STRUTTURE DI COMPLETAMENTO
E	CANALIZZAZIONE PER IMPIANTI, SOTTOSERVIZI
F	OPERE DI ARREDO MARITTIMO E SISTEMAZIONE SPAZI ESTERNI
G	FASI LAVORATIVE
H	ELABORATI ECONOMICI E CRONOPROGRAMMI
I	CANTIERIZZAZIONE E SICUREZZA

2.2 Progettazione impianti

Contestualmente alla redazione del presente progetto definitivo, rivolto esclusivamente allo stralcio funzionale delle opere civili marittime, la Marina di Punta Ala ha coordinato ed affidato la redazione dei progetti impiantistici a completamento dell'intervento di riqualificazione del porto.

Questi documenti progettuali forniti dal Marina di Punta Ala, pur avendo un livello di dettaglio preliminare, sono allegati al presente progetto per fornire un quadro generale di riferimento progettuale.

	ALLEGATI AL PROGETTO DEFINITIVO
ALL. 1	IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA
ALL. 2	IMPIANTI ELETTRICI - TAVOLA
ALL. 3	IMPIANTI ELETTRICI - STUDIO ILLUMINOTECNICO PRELIMINARE
ALL. 4	IMPIANTI IDRAULICI - RELAZIONE TECNICA
ALL. 5	IMPIANTI IDRAULICI - TAVOLE
ALL. 6	IMPIANTI IDRAULICI - ADEGUAMENTO RETE ANTINCENDIO - RELAZIONE TECNICA
ALL. 7	IMPIANTI IDRAULICI - ADEGUAMENTO RETE ANTINCENDIO - TAVOLE
ALL. 8	IMPIANTI IDRAULICI - IMPIANTI TRATTAMENTO E DISSALAZIONE - RELAZIONE TECNICA
ALL. 9	IMPIANTI IDRAULICI - IMPIANTI TRATTAMENTO E DISSALAZIONE - RELAZIONE AMBIENTALE

2.3 Progettazione delle opere marittime in relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Come meglio illustrato in seguito, le indagini geognostiche, condotte nel corso della progettazione definitiva, hanno evidenziato la presenza nell'area di espansione del porto di terreni di imposta costituiti da sedimenti sabbioso-limosi intercalati da banchi di posidonie sepolte e sono caratterizzati da uno scarso addensamento ed una bassa consistenza. Di conseguenza questi terreni pongono problemi di stabilità e di cedimenti sia in fase di costruzione che in fase di esercizio.

In relazione a questo complesso scenario, definito a seguito di una campagna di indagini geognostiche a cui hanno fatto seguito delle approfondite indagini di laboratorio, le principali problematiche geotecniche possono essere ricondotte alle seguenti:

- a) analisi delle condizioni di stabilità durante le varie fasi di lavorazione delle nuove opere foranee a gettata;
- b) stabilità delle nuove banchine della Darsena di Maestrale nel tratto interno della diga sopraflutto
- c) previsione dei cedimenti delle banchine di riva e dei retrostanti piazzali per effetto dei sovraccarichi di esercizio;
- d) dimensionamento geotecnico dei pontili di accosto ed ormeggio, della banchina cantiere e dello sporgente della vasca di allaggio fondati su pali.

Alcune verifiche preliminari hanno chiaramente confermato che la stabilità di opere a fondazione diretta per la formazione delle opere foranee (come, ad esempio, cassoni cellulari) non risulterebbe garantita, confermando l'opportunità di realizzare le nuove opere marittime in continuità tipologica con quelle esistenti (scogliere in massi naturali, banchinamenti in massi sovrapposti, ecc.). Questo condizionamento ha portato alla necessità di ridurre le pressioni sul terreno, portando a scegliere la soluzione più tradizionale che prevede la formazione di un corpo d'opera in massi naturali di forma trapezia, la quale presenta una maggiore impronta sul terreno e di conseguenza una minore pressione al suolo.

Considerate le caratteristiche delle opere in progetto ed il quadro stratigrafico ed ambientale, le maggiori problematiche geotecniche riguardano essenzialmente la stabilità delle nuove strutture di banchina interne alla diga di sopraflutto previste con soluzione a massi sovrapposti.

Le verifiche preliminari effettuate per queste opere hanno chiaramente mostrato che in assenza di specifici provvedimenti, la stabilità stessa delle opere non risulterebbe garantita. Analoghe considerazioni valgono anche per il tratto di testata del molo di sottoflutto.

Ciò ha quindi reso necessaria l'adozione di una opportuna procedura costruttiva per fasi che permetta lo smaltimento dei cedimenti durante la costruzione dell'importante opera. In particolare in una prima fase sarà adottato un rilevato provvisorio, associato ad un intervento di "precarico", in modo da consentire un efficace smaltimento dei cedimenti attesi e permettere, in una seconda fase, la realizzazione dei banchinamenti interni senza pratici effetti.

Uno specifico carattere del progetto ha riguardato la previsione dei cedimenti che subiranno i rilevati di lavoro nella fase di collocazione in opera e precarico, successivamente, una volta realizzate, le banchine per effetto dei sovraccarichi di esercizio.

Una volta definita la procedura costruttiva, le condizioni di stabilità globale delle nuove banchine sono state verificate nelle condizioni più sfavorevoli, attribuendo ai diversi strati di terreno interessati i corrispondenti parametri geotecnici.

Per le banchine della darsena Hidalgo, viste le buone caratteristiche dei terreni sabbiosi sottostanti, e la predisposizione di una fase di precarica, permettono di affermare che non si incontreranno particolari problemi geotecnici. Aspetti di dettaglio sono stati affrontati nell'ambito della definizione delle strutture di completamento per la sistemazione delle opere esistenti interessate dalle attività di demolizione ed escavo.

L'altezza massima del rilevato per la formazione dei piazzali di cantiere è di circa 3-4 metri, possibili modesti abbassamenti del piano dei piazzali potranno verificarsi nei primi periodi di esercizio. In tal caso sarà buona norma prevedere l'adozione di un precarico prima del completamento della pavimentazione in modo da anticipare i cedimenti di prima applicazione dei massimi sovraccarichi.

Per quanto riguarda l'ampia zona in cui sono comprese la Banchina Cantiere, la Diga di Sottoflutto la banchina Hidalgo Nord e l'area di alaggio/varo, l'accertata presenza delle sabbie a posidonia a modesta profondità ha fortemente condizionato la nuova configurazione consigliando l'adozione di soluzioni a giorno, fondati su pali spinti nel substrato.

In quest'area i problemi geotecnici riguardano l'insorgere di possibili cedimenti differenziali tra il corpo diga e la struttura a giorno realizzata su pali soprattutto nei primi periodi di esercizio e nella fase di prima applicazione dei massimi sovraccarichi. Anche in questo caso è prevedibile l'adozione di un precarico prima del completamento della sovrastruttura.

Nel caso del molo di sottoflutto l'altezza massima del rilevato è di circa 7.5 metri, e in considerazione delle condizioni stratigrafiche attese sono da attendersi cedimenti significativi tendenzialmente più elevati procedendo verso l'esterno. In generale da tali cedimenti non deriveranno comunque pratici effetti se non quello di comportare un maggiore apporto di materiali.

Per evitare indesiderati fenomeni di attrito negativo e soprattutto inaccettabili spostamenti orizzontali sui pali della limitrofa Banchina Cantiere, ed evitare cedimenti differenziali in esercizio tra le due opere, per l'opera a gettata sarà da prevedere la costruzione in avanzamento mediante un rilevato provvisorio, possibilmente associato ad un intervento di "precarico", in modo da consentire un efficace smaltimento dei cedimenti attesi e permettere, in una seconda fase, la realizzazione dei pali trivellati da terra, senza pratici effetti.

Capitolo 3 Rilievi, indagini e studi specialistici a supporto della progettazione

Il capitolo B del presente progetto raccoglie tutte le risultanze delle indagini di campo e degli studi specialistici redatti per conto del Marina di Punta Ala che sono stati presi a riferimento per la progettazione definitiva. Si riporta una descrizione sintetica dei principali risultati delle suddette attività a cui si rimanda per approfondimenti.

Cap.	TITOLO ELABORATO	A cura di
B.01	RELAZIONE INDAGINI BATIMETRICHE	OIKOS Engineering
B.02	RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOTECNICHE DI SITO E LABORATORIO	Earth science
B.03	CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO	ElleTi srl
B.04	RELAZIONE GEOLOGICA	dott. Geol Marco Serrai
B.05	STUDI METEOMARINI	A-MARE
B.06	AGITAZIONE ONDOSA	Am3 Spin-off Srl
B.07	STUDI SU MODELLO FISICO	A-MARE
B.08	SPECIFICA DELLE INDAGINI GEOTECNICHE DI SITO E LABORATORIO	Modimar - Agis
B.09	RELAZIONE DI MODELLAZIONE GEOTECNICA	Modimar - Agis
B.10	RELAZIONE DI MODELLAZIONE SISMICA	Modimar - Agis
B.11	RELAZIONE INDAGINI ROV	OIKOS Engineering
B.12	DINAMICA DEI SEDIMENTI NELL'INTORNO DEL PORTO DI PUNTA ALA	prof. PRANZINI
B.13	MODELLISTICA NUMERICA EFFETTI INDOTTI SULLA COSTA	DICEA FIRENZE - prof. AMINTI

3.1 Studi di idraulica marittima

3.1.1 Studio Meteomarino

Nel corso dello sviluppo del progetto di ampliamento del porto la Marina di Punta Ala ha incaricato AM3 Spin-off s.r.l. dell'Università di Firenze di condurre gli studi specialistici di idraulica marittima finalizzati alla definizione delle condizioni meteomarine di progetto (vento, moto ondoso e livello marino) necessarie per il corretto dimensionamento e la verifica delle opere difesa foranee e di banchinamento interno previste dal presente progetto.

Lo studio è stato condotto utilizzando il database ERA5 di Copernicus per i valori dei livelli del mare e per i parametri del moto ondoso ottenuti da modelli di rianalisi su intervalli temporali di circa 40 anni. I valori dei livelli del mare sono riferiti ad un punto a costa a meno di 1km dal Marina, mentre i dati delle onde sono riferiti ad un punto al largo distante circa 8km dal porto di Punta Ala.

L'analisi statistica per la previsione dei valori estremi ha fornito le caratteristiche delle onde al largo, associate a tempi di ritorno di 1, 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anni. È stata eseguita anche una analisi statistica limitata al solo periodo primaverile-estivo (Aprile-Settembre).

Questi stati di mare sono stati trasferiti a costa con uno specifico codice di calcolo ed i valori di altezza e direzione sono stati estratti in corrispondenza di diversi punti ubicati in prossimità delle nuove opere foranee previste da progetto.

Si rimanda alla relazione specialistica B.05 allegata al presente progetto per approfondimenti.

3.1.2 Studio di agitazione interna portuale

Nel corso dello sviluppo del progetto di ampliamento del porto la Marina di Punta Ala ha incaricato AM3 Spin-off s.r.l. dell'Università di Firenze di condurre gli studi specialistici di idraulica marittima finalizzati ad investigare l'agitazione interna portuale residua all'interno dei nuovi specchi acquei in relazione alle condizioni di moto ondoso ordinarie ed estreme.

Lo studio, condotto con un modello di propagazione del moto ondoso in grado di riprodurre i fenomeni combinati di rifrazione, diffrazione e riflessione del moto ondoso, ha permesso di confermare l'efficacia del nuovo layout portuale in termini di protezione nei confronti del moto ondoso, rispettando le indicazioni fornite dagli standard internazionali (PIANC) che forniscono i valori accettabili di altezza d'onda residua all'interno di un porto turistico.

Lo studio è stato condotto con riferimento al layout del progetto preliminare predisposto dal MPA e pertanto non ha tenuto conto delle modifiche apportate alla configurazione portuale nel corso del presente progetto definitivo scaturite dalle risultanze delle indagini geotecniche.

Nell'ambito del progetto esecutivo sarà pertanto opportuno condurre ulteriori indagini, sempre con l'ausilio di idonea modellistica numerica, per verificare l'effetto delle variazioni introdotte al layout portuale dal presente progetto definitivo (es. le nuove testate in massi naturali del molo sottoflutto e del molo sottoflutto, il banchinamento a giorno a tergo del molo sottoflutto).

Si rimanda alla relazione specialistica B.06 allegata al presente progetto per approfondimenti.

3.2 Prove di laboratorio su modello fisico della diga foranea

Per la verifica e l'ottimizzazione della nuova diga foranea la Marina di Punta Ala spa ha affidato al laboratorio congiunto A-MARE, costituito dall'Università Degli Studi di Firenze e dalla società AM3 Spin-off s.r.l. il compito di eseguire studi specialistici su modello fisico a supporto della progettazione del nuovo tratto di diga foranea previsto per l'ampliamento del porto di Punta Ala.

I risultati delle prove sperimentali, condotte nel canale idraulico del Laboratorio di Ingegneria Marittima presso il DICEA dell'Università di Firenze, su due sezioni della diga foranea di sopraflutto (più una sezione provvisoria), riprodotte in scala 1:36, hanno fornito importanti indicazioni in relazione alla stabilità idraulico-strutturale dell'opera ed alla tracimazione del moto ondoso a cui è soggetta la diga in occasione di stati di mare estremi.

Nello specifico sono state studiate:

- La sezione dell'Avandiga Foranea Maestrale con focus sulla stabilità dei massi costituenti la mantellata e la berma al piede.
- La sezione provvisoria dell'Avandiga Foranea Maestrale con focus sulla stabilità dei massi posti a protezione della pista di lavoro durante la fase di cantiere.

- La sezione della Diga Foranea Maestrale con focus sulla stabilità dei massi costituenti la mantellata e la berma al piede e sulla misura della portata media di tracimazione a tergo della pensilina dei box dietro il muro paraonde e dei massimi volumi di tracimazione.

Le prove sono state effettuate prendendo in esame condizioni di moto ondoso e livello del mare associate a tempi di ritorno di 1, 10, 50 e 100 anni al fine di verificare la stabilità della mantellata e la tracimazione in condizioni ordinarie ed eccezionali.

Per la valutazione dei livelli di danneggiamento della mantellata è stato misurato il parametro di danno S. I valori di riferimento del parametro S, per differenti livelli di danno, in funzione della pendenza di una mantellata in doppio strato di massi naturali, sono riportati nella seguente tabella.

Armor Slope	Initial Damage	Intermediate Damage	Failure
1:1.5	2	3-5	8
1:2	2	4-6	8
1:3	2	6-9	12
1:4-1:6	3	8-12	17

Le verifiche condotte in laboratorio hanno confermato la stabilità dell'opera anche per stati di mare eccezionali (overload) contraddistinti da tempi di ritorno molto elevati (100 anni).

Per le mantellate esterne della Diga Foranea Maestrale e dell'Avandiga Foranea Maestrale, costituite da massi di peso compreso tra 5 e 8 tonnellate, messi in opera in doppio strato con una pendenza di 1:2.5, a seguito delle numerose prove, si è osservata la movimentazione di alcuni massi dello strato più esterno.

Il valore cumulato del parametro di danno S ottenuto è risultato rispettivamente pari a 2.6 e 2.4, per le due sezioni di prova, rappresentativo di condizioni di danneggiamento comprese tra iniziale e intermedio.

Le misure di tracimazione effettuate sulla sezione della Diga Foranea Maestrale hanno fornito valori di portata media pari a 0.7 l/s/m per mareggiate con tempo di ritorno 10 anni, con volumi massimi di tracimazione pari a 1000 l/m per una singola onda. Tali risultati sono congruenti con i limiti suggeriti dall'*EuroTop Manual (2016)* e confermano che la sezione di progetto, caratterizzata da un coronamento posto a +4.50, grazie anche alla presenza di una vasca di laminazione esterna al muro paraonde, è in grado di garantire una buona protezione nei confronti della tracimazione.

In condizioni eccezionali, riconducibili a stati di mare con tempo di ritorno 50 anni, è stata misurata una portata media più elevata, pari a 5.5 l/s/m, che risulta ancora entro i limiti indicati dall'*EuroTop*.

Si rimanda alla relazione specialistica B.07 allegata al presente progetto per approfondimenti.

3.3 Indagini batimetriche

A supporto della progettazione preliminare nel 2014 è stata eseguita da GeoCoste una prima campagna di indagine di rilevamento mediante Chirp Sub Bottom Profile SBP estesa a n°15 sezioni di indagine nell'area di intervento. Le suddette indagini batimetriche sono state aggiornate, sempre da GeoCoste nel 2019.

Infine, a Settembre 2023, è stata effettuata una nuova campagna di rilievi batimetrici da OIKOS Engineering srl che ha permesso di osservare i fondali anche all'esterno dell'area di intervento.

Questa recente campagna di indagine ha permesso di rilevare le più recenti variazioni dei fondali, anche in relazione ai recenti interventi della Regione Toscana (2016/DC/12) che hanno visto il prelievo di sedimenti dall'imboccatura del porto di Punta Ala per il ripascimento di 1,2 km di litorale a nord di Punta Hidalgo.

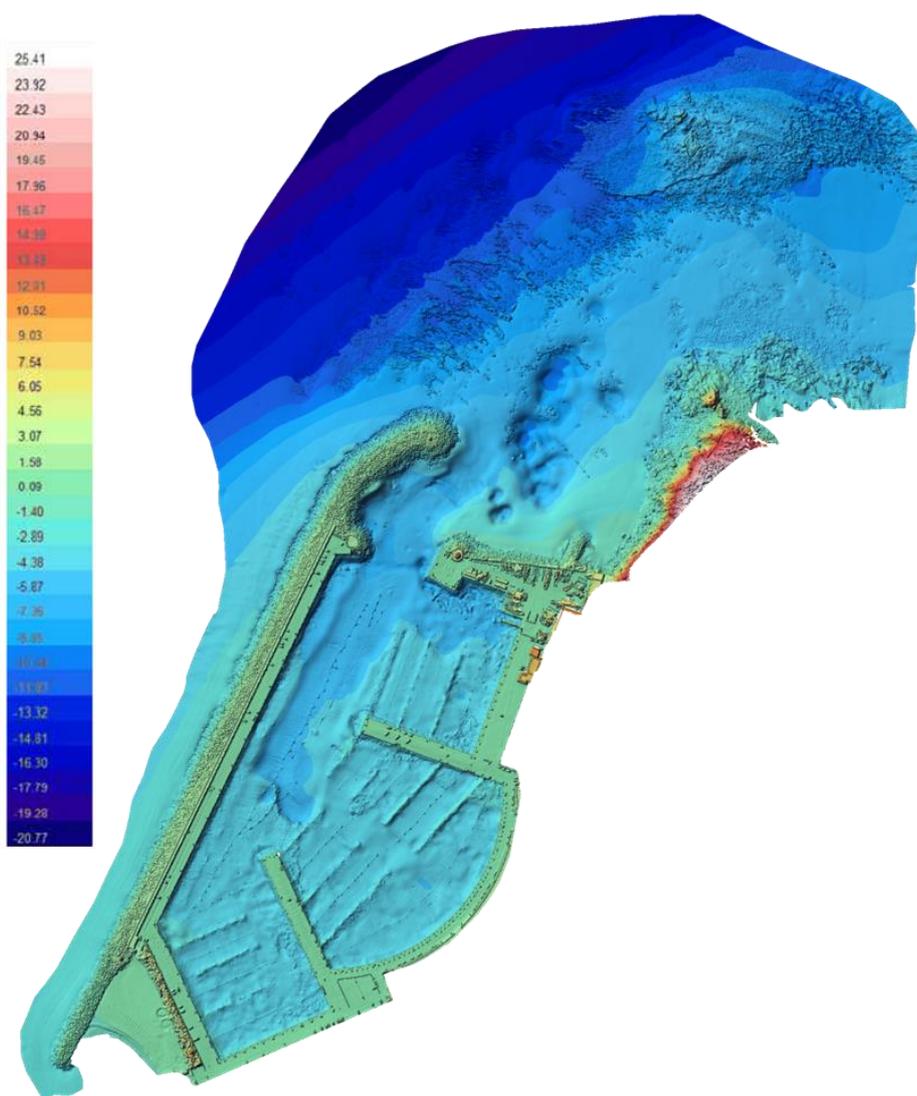


Figura 4. Restituzione grafica dei rilievi batimetrici effettuati da Oikos (Settembre 2023).

3.4 Rilievi topografici e aerofotogrammetrici

A supporto della attuale fase progettuale, a marzo 2021 è stata eseguita da Modimar per conto di MPA spa una campagna di rilievi topografici e aerofotogrammetrici, con l'impiego di un GPS differenziale e di un drone, che ha interessato tutta l'ambito portuale del Marina di Punta Ala.

I risultati queste indagini, presentati negli elaborati grafici di progetto, hanno permesso di generare, unitamente alle informazioni batimetriche desunte dal rilievo batimetrico effettuato da Oikos, un modello digitale del terreno (DTM) a supporto delle attività di progettazione e di stima delle quantità di progetto.

3.5 Indagini geognostiche e prove di laboratorio

L'area interessata dall'ampliamento del porto è stata interessata da diverse campagne di indagine eseguite nel 2014 e più recentemente nel 2021.

Sono stati prelevati alcuni campioni prevalentemente sabbiosi sui quali nel 2007 (Geol. Nardulli) si è proceduto ad eseguire delle prove di taglio diretto su campioni preventivamente compattati e più recentemente, prove di taglio anulare eseguite dall'ISMGEO (2019).

A supporto della attuale fase progettuale, nel gennaio 2021 è stata eseguita una seconda e ben più importante campagna di indagine geognostica affidata alla Earth Science S.r.l., consistita in n.5 sondaggi meccanici a carotaggio continuo così distribuiti:

- un sondaggio a terra (ST1) in corrispondenza della zona di testata della diga foranea di lunghezza 30 m, successivamente attrezzato per una prova down-hole DH ai fini della classificazione sismica del sito;
- n. 4 sondaggi a mare (SM1,..., SM4) di lunghezza compresa tra 15 e 30 metri a partire dai fondali attuali, ubicati rispettivamente lungo l'allineamento della nuova diga e "avandiga" foranea, in corrispondenza della Diga Grecale e nella zona di raccordo tra Banchina Cantiere e Hidalgo Nord.

In fase di perforazione dei sondaggi a mare sono state eseguite prove SPT in foro con prelievo di materiale successivamente sottoposto a specifiche prove di classificazione e identificazione di laboratorio, consistenti essenzialmente in analisi granulometrica e determinazione del peso specifico dei grani, affidate al Laboratorio Geoplanning S.r.l. di Roma.

Contestualmente, ad estrapolazione dei sondaggi puntuali a mare, sono state eseguite n.11 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti del tipo DPSH (DP1-DP11) con preventiva infissione del rivestimento in avanzamento con misura delle battiture dell'attrito laterale ogni 30 cm, spinte fino a 15 m dal fondale marino oppure fino a rifiuto strumentale.

Nella Figura 5 è riportata l'ubicazione dei sondaggi e delle prove utilizzati per la costruzione del modello geotecnico generale di riferimento. Per le stratigrafie dei sondaggi insieme ai dettagli ed i risultati delle prove geotecniche di laboratorio si rimanda agli allegati di progetto.

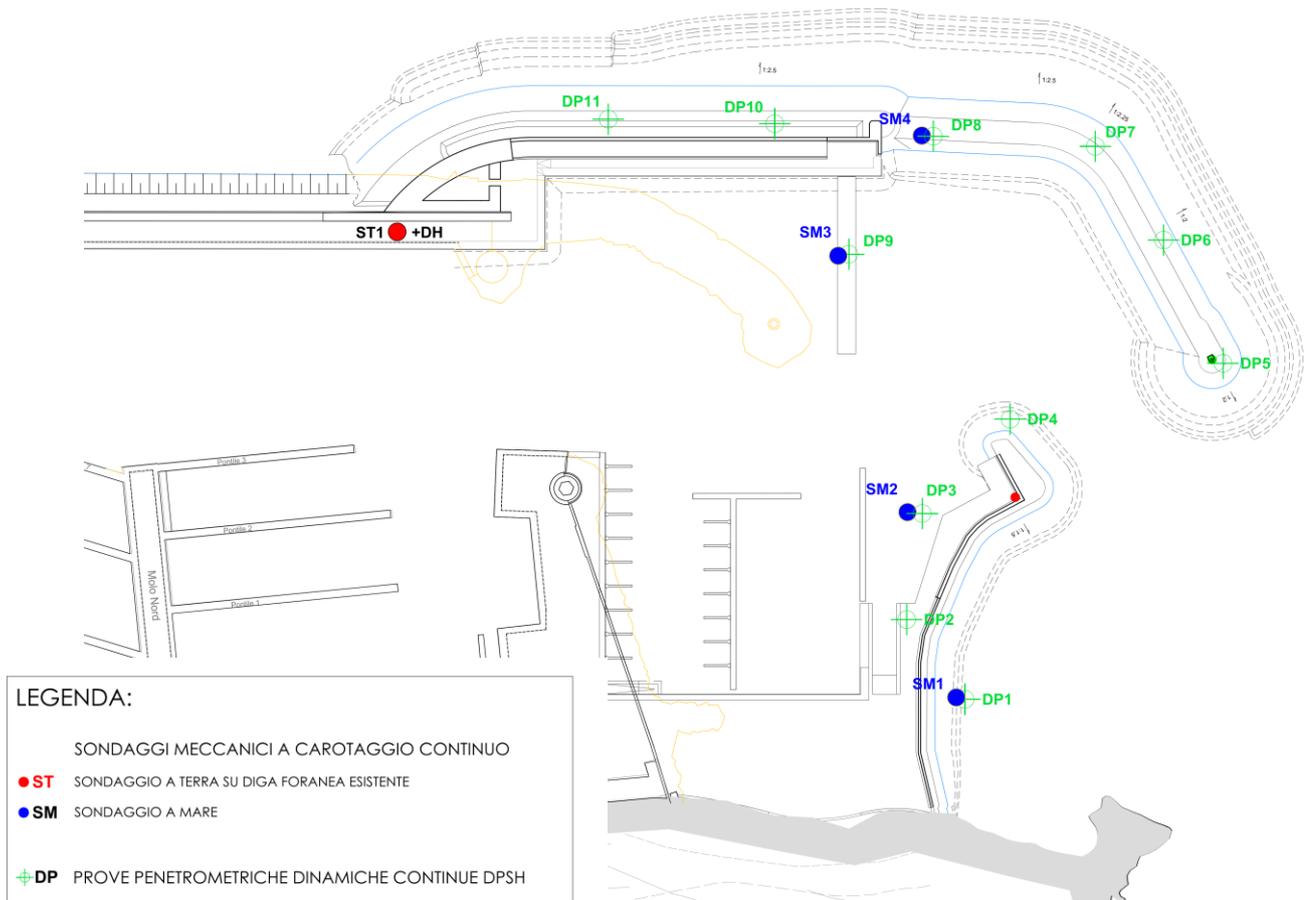


Figura 5. Planimetria indagini campagna geognostica 2021

Ad integrazione del piano di indagini a mare è stata infine prevista l'esecuzione di un mirato programma di prove di classificazione e meccaniche di laboratorio su campioni di terreno preventivamente ricostituiti in laboratorio. Tali prove, più specificatamente descritte negli allegati di progetto, a cui si rimanda per approfondimenti, sono state eseguite presso il Laboratorio Terre ELLE TI s.r.l. di Firenze.

Capitolo 4 Inquadramento geologico e geotecnico

Come un più ampio inquadramento geologico preliminare della zona consente di evidenziare, la fascia costiera in cui si inserisce il Promontorio di Punta Ala è estremamente articolata e va esaminata ed interpretata con grande attenzione.

Il complesso geologico di base che fa da riferimento all'intera zona è quello dei Flysch del Macigno sul quale sono sovrapposti più recenti complessi sedimentari di età ed origine diversa, difficilmente riconducibili ad un unico e semplice schema stratigrafico.

I caratteri dei diversi possibili litotipi presenti nel complesso dei Flysch sono estremamente variabili, passando repentinamente da quello di argilliti, marne argillose, marne, arenarie e calcari. Le vicissitudini tettoniche subite dal complesso hanno inoltre conferito ai terreni caratteri giaciturali e strutturali di grande complessità che ne rendono difficile una loro modellazione di comportamento in termini elementari. Le dorsali flyschoide retrostanti la linea di costa si riversano verso il mare con morfologie relativamente accidentate e inclinazioni a tratti elevate. Spesso al piede di tali versanti si dipartono conoidi di detrito o accumuli di detrito di falda che degradano verso il mare con pendenze ridotte.

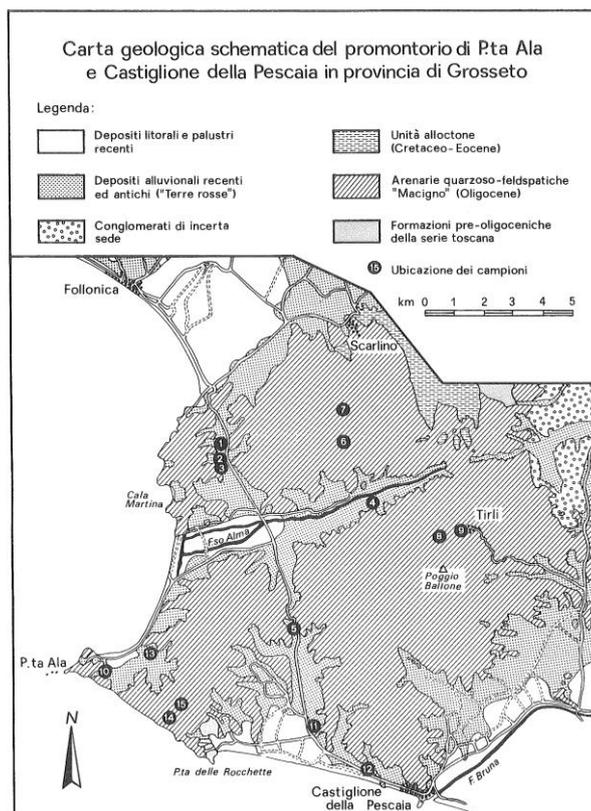


Fig. 1 - Carta geologica schematica.

Figura 6. Inquadramento geologico del promontorio di Punta Ala (da Gandolfi e Paganelli, 1990)

Sovrapposti al complesso dei Flysch si ritrovano, in sommità, importanti complessi sedimentari recenti, collegati alle diverse fasi della evoluzione della stessa linea di costa.

I contatti tra i diversi complessi sedimentari e i termini di substrato non sono sempre di semplice interpretazione, non escludendo che possano anche essere di origine tettonica.

Dalla ricostruzione stratigrafica complessiva risulta che le opere da realizzare ricadono in tre principali e distinte sequenze stratigrafiche caratterizzanti rispettivamente la zona più prossima alla costa (zona costiera), quella immediatamente antistante (zona di transizione) e quella al largo, ove è previsto di impostare la nuova avandiga foranea nord (zona marina).

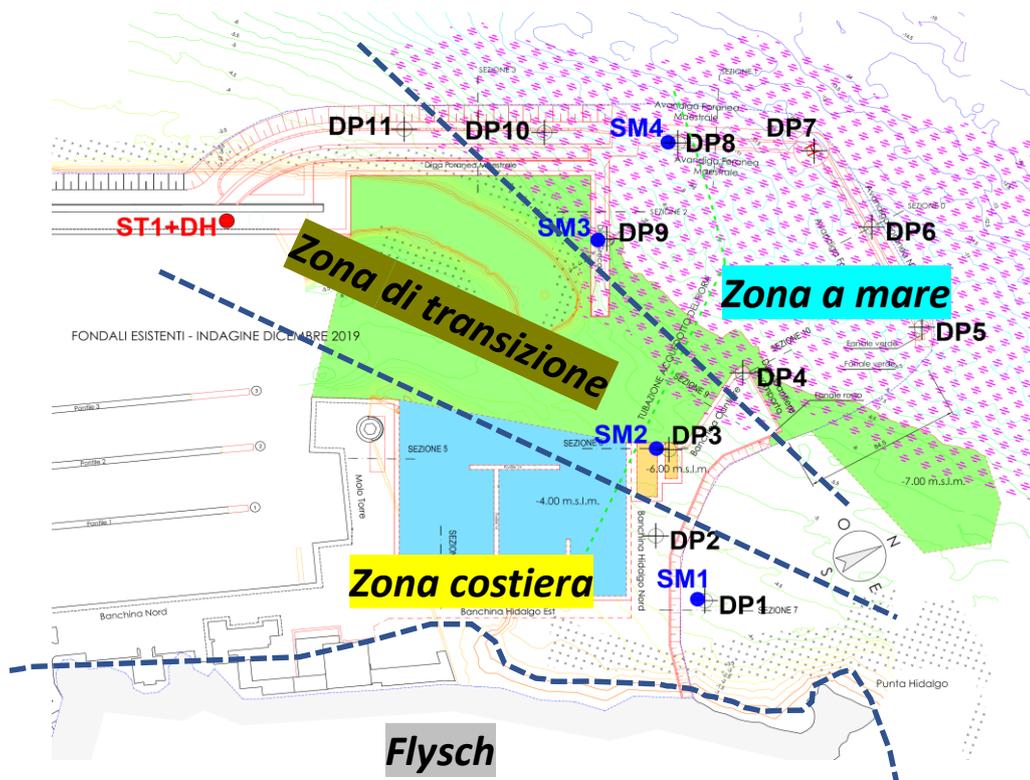


Figura 7. Quadro geologico ed ambientale dell'area su planimetria di progetto preliminare (prima delle modifiche apportate dal progetto definitivo).

Nella zona costiera, indicativamente fino ad una profondità di 4.0÷4.5 m slm, indagata dal sondaggio SM1 e dalle prove DP1 e DP2, sono presenti terreni composizione variabile tra quella di sabbie medio fini e sabbie limose a tratti ghiaiose, da poco a moderatamente addensate, direttamente impostate sul substrato roccioso. Le indagini hanno consentito di riconoscere in superficie la presenza di un livello di sabbie-limose poco addensate avente spessore dell'ordine di 1-2 metri che, per continuità spaziale, è stato ricondotto alla cosiddetta formazione dei "Depositi recenti di fondale", passanti a sabbie medio-fini debolmente limose "SL", da poco a moderatamente addensate, mentre il passaggio ai termini rocciosi di substrato, intercettati ad una quota di circa -8.5 m slm, avviene con un livello di sabbie molto addensate ("SLc").

Tali condizioni stratigrafiche sono identificative della attuale diga sottoflutto, oltre che della futura Banchina Hidalgo Est e si estendono all'incirca fino a metà della Banchina Hidalgo Nord.

Procedendo verso mare il quadro generale appare maggiormente complesso e condizionato dalle dinamiche di sedimentazione e di corrente subite in passato, oltre che dal progressivo e disuniforme approfondimento del tetto del flysch.

In particolare il sondaggio SM2 ha evidenziato la presenza, a profondità comprese tra 7 e 11 m (corrispondente a -12/-16 m slm circa), di uno strato di sabbie limose argillose con resti di fibre e filamenti di radici di posidonie sepolte ("matte") e resti conchigliari ("SLp"), in quel tratto poco

addensate. In superficie il profilo stratigrafico si presenta abbastanza favorevole poiché caratterizzate da sabbie limose, da scarsamente addensate (DF) indicativamente presenti al più nel primo metro, seguite da sabbie generalmente molto addensate/compatte assimilabili alle sabbie addensate “SLc”, fino a 6-7 metri di profondità. Per queste ultime non sono segnalate tracce di cementazione anche se non è da escludere che tale comportamento possa derivare da processi di parziale diagenizzazione di antichi cordoni dunali. Il tetto del flysch arenaceo è stato infine intercettato a circa 18 m da l.m.m.

Facendo riferimento ai settori di espansione del porto ed agli esiti delle indagini eseguite è dunque possibile distinguere una “zona di transizione” indicativamente compresa tra le attuali batimetriche -4.5 e -6.5 m slm, orientata a Nord/Nord-Ovest lungo l’allineamento compreso tra la testata diga foranea attuale (sondaggio ST1, prova DP11) e la zona del nuovo travel-lift (sondaggio SM2 e prova DP3), dove come accennato, il substrato roccioso è relativamente superficiale.

Procedendo verso mare, nei pressi della testata interna della Diga Grecale (sondaggio SM3), è possibile riconoscere la successione individuata dal sondaggio SM2 solo a partire da circa 5 metri di profondità, con presenza di sabbie limose relativamente addensate (SL/SLc) fino a 10 metri (-13.5/-19 m slm), sovrapposte ad uno spesso banco di sabbie limose con resti di SLp mediamente addensate, da 12 a 19 m (-21/-28 m slm). Rispetto alla zona retrostante, in copertura è stato intercettato un livello superficiale di sabbie a posidonia (SPo) scarsamente addensate di spessore 3.5 metri (-10/-13.5 m slm) tipico dell’ambiente di sedimentazione marino, in progressivo lento aumento verso l’esterno. Completa il quadro stratigrafico la presenza di un livello pressoché continuo di sabbie limose sciolte (DF) sui fondali attuali di modesto spessore. Analoghe condizioni stratigrafiche sembrano essere presenti in corrispondenza del tratto terminale di testata dell’attuale diga foranea (ST1).

Nella zona a mare interessata dal prolungamento della Avandiga Foranea Maestrale fino verso la nuova Avandiga Foranea Nord prevista all’imboccatura Nord, il quadro stratigrafico, per tutto lo spessore indagato, si caratterizza infine per la presenza di sabbie medio-fini limose-argillose, sabbie con limo (SLA) e sabbie da poco a mediamente addensate variamente intercalati a banchi di posidonie morte (SPo) caratterizzate da una bassissima resistenza alla penetrazione.

A maggiori profondità le condizioni stratigrafiche si presentano maggiormente favorevoli poiché caratterizzate da sabbie limose da poco a moderatamente addensate, riconducibili al complesso delle sabbie limose da poco a moderatamente addensate (“Sabbie limose” SL). Anche in questo caso il tetto del flysch non è stato intercettato e non si può escludere si attesi oltre i 35-45 m da l.m.m.

Per quanto riguarda il terreno di riporto che costituisce la diga di sopraflutto esistente, si tratta di un materiale costituito da blocchi e trovanti di dimensioni variabili in matrice sabbiosa-limosa nella parte superficiale e generalmente sabbio-limosa-argillosa nella parte terminale, verosimilmente a causa di fenomeni di compenetrazione con i sottostanti depositi marini attuali in fase di posa in opera.

Capitolo 5 Caratteristiche tecniche e funzionali del Progetto Definitivo

5.1 Requisiti funzionali di progetto

5.1.1 Sovraccarichi

In accordo con le Raccomandazioni del PIANC [1] stati assunti i seguenti sovraccarichi di progetto:

5.1.1.1 Carichi uniformemente distribuiti e concentrati

- per tutte le aree pubbliche e non riservate interne al porto si è previsto un carico uniformemente distribuito di 5.0 kN/m^2 (circa 500 kg/m^2);

5.1.1.2 Carichi di progetto specifici per l'area cantieristica

Per l'area cantieristica e nell'area di varo e alaggio delle imbarcazioni sono stati presi in considerazione i seguenti carichi di progetto:

- carico uniformemente distribuito di 20.0 kN/m^2 (circa 2.0 t/m^2);
- carico concentrato dovuto alla movimentazione di un travel lift gommato di capacità di carico di 140 t per un peso complessivo (mezzo + imbarcazione) di 220 t.

5.1.1.3 Sovraccarichi per pontili e passerelle di accesso

I pontili galleggianti e le passerelle di collegamento selezionate nel presente progetto rispondono ai requisiti minimi indicati dal PIANC:

- per i pontili e le passerelle per le piccole imbarcazioni è richiesto un carico uniformemente distribuito di 2.5 kN/m^2 (circa 250 kg/m^2);
- per i pontili e le passerelle per super yacht (oltre i 25 m di lunghezza) è richiesto un carico uniformemente distribuito di 5.0 kN/m^2 (circa 500 kg/m^2);
- i pontili di grandi dimensioni per i superyacht devono essere progettati per sostenere il carico verticale e orizzontale di piccoli veicoli di servizio;
- le passerelle di accesso devono essere progettate per sostenere un carico concentrato di 2.0 kN, applicato in qualsiasi punto;
- i pontili galleggianti devono essere progettati per sostenere i carichi concentrati aggiuntivi imposti dalle passerelle di accesso e da altre attrezzature.

Pertanto, la fornitura dei suddetti elementi dovrà essere accompagnata da una relazione di calcolo redatta dalla ditta produttrice che certifichi la rispondenza ai suddetti requisiti.

5.2 Ricettività del nuovo porto

La riqualificazione e l'ampliamento del Marina di Punta Ala consentirà l'adeguamento del piano ormeggi consentendo di incrementare i posti barca fino ad un massimo di 1000 ormeggi (come da previsione del PIT Regione Toscana).

La nuova darsena Hidalgo, con profondità di -4.0 m sul l.m.m. è destinata all'ormeggio di imbarcazioni da diporto comprese tra la I^a e la V^a classe con lunghezza fino a 16.5 m.

La nuova darsena Maestrale, con profondità di progetto di -6.0 m sul l.m.m. è destinata all'ormeggio di yacht con lunghezza fino a 50 m

Per le nuove darsene la Marina di Punta Ala ha previsto la flotta di progetto riportata nella seguente tabella in cui sono riportate inoltre le dimensioni previste per lo stallo di ormeggio.

A seguito della realizzazione delle opere in progetto saranno disponibili 141 nuovi posti barca.

Tabella 5-1. Flotta di progetto e dimensioni dei posti barca previsti dal Marina di Punta Ala all'interno dei nuovi specchi acquei previsti da progetto.

Specchio acqueo	Classe	Dimensioni posto barca				N°
Darsena Hidalgo	I	6.6	x	2.5	m	4
Darsena Hidalgo	II	8.8	x	3.0	m	19
Darsena Hidalgo	III	11.0	x	3.5	m	22
Darsena Hidalgo	IV	13.2	x	4.0	m	6
Darsena Hidalgo	V	16.5	x	4.5	m	20
Darsena Hidalgo	AV	16.5	x	4.9	m	35
Avamporto	V	16.5	x	4.5	m	8
Avamporto	VI	19.8	x	5.0	m	6
Avamporto	VII	22.0	x	5.5	m	2
Darsena Maestrale	XS	32.0	x	7.5	m	5
Darsena Maestrale	AX	40.0	x	9.0	m	9
Darsena Maestrale	AS	50.0	x	10.0	m	5
Totale						141

5.3 Canale di accesso e aree di manovra

Il nuovo canale di accesso presenta un allineamento rettilineo orientato lungo la direzione 255 – 75°N e presenta una larghezza utile, misurata alla base del canale, di 50 m, con una profondità di 7.0 m sul l.m.m..

Il cerchio di evoluzione nel nuovo avamporto presenta un diametro $D = 90$ m che consente l'evoluzione di un'imbarcazione di lunghezza fuori tutto Loa fino a 60 m ($D = 1.5Loa$ come raccomandato dagli standards internazionali).

Il cerchio di evoluzione interno, previsto in corrispondenza della Darsena Maestrale per l'evoluzione di yacht di lunghezza fino a 50 m, presenta un diametro $D = 1.5Loa = 75$ m.

5.4 Dispositivi di ormeggio in banchina

Per l'ormeggio delle imbarcazioni di piccola e media dimensione (di lunghezza inferiore a 25 m) sono state previste bitte di capacità pari a 5 tonnellate in numero di 1 ogni due posti barca.

Le banchine della darsena maestrale, per yacht fino a 50 m, sono state dotate di bitte di ormeggio da 25 t in numero di 2 per ogni posto barca. Lungo la banchina di raccordo, in prosecuzione a quella esistente, sono previste bitte da 10 t, in numero di 2 per ogni posto barca.

Lungo la banchina avamporto (diga foranea nord) e sulla diga di grecale, dove è previsto l'ormeggio "all'inglese" è prevista l'installazione di bitte da 25 t ad interasse di 20-25 m.

Capitolo 6 Descrizione delle opere

6.1 Opere marittime (C)

6.1.1 Opere foranee e di protezione

La protezione del nuovo bacino del Marina di Punta Ala dal moto ondoso prevalente, proveniente dal 4° quadrante (traversia principale) e dal 1° quadrante (traversia secondaria), è assicurata dalla presenza della nuova diga foranea di sopraflutto (capitolo C1) e dalla nuova diga foranea di sottoflutto (capitolo C2).

Sia per il molo di sopraflutto, sia per quello di sottoflutto è stata scelta una soluzione a scogliera in massi naturali, messi in opera “a gettata” in analogia con lo stato attuale.

La **nuova diga foranea di sopraflutto** costituisce di fatto un prolungamento dell’attuale diga foranea del porto e, sia per la sua estensione che per la mole di materiali naturali provenienti da cava necessari per la sua realizzazione, rappresenta l’intervento prevalente del presente progetto. La nuova opera risulta radicata in corrispondenza dell’estremità nordorientale della diga foranea e, dopo un primo tratto di raccordo di circa 53 m, si sviluppa con un allineamento rettilineo, parallelo alla diga esistente e alla linea di costa, suddiviso in **diga foranea di maestrale** (L = 159.4 m) e **avandiga foranea di maestrale** (L = 82 m), per uno sviluppo complessivo di 294.3 m, su fondali che variano da un minimo di -4.0 m sul l.m.m. a -14.0 m l.m.m..

In seguito l’asse della diga effettua una curva verso Est (raggio di circa 40 m) per poi proseguire con un secondo tratto rettilineo, denominato **avandiga foranea nord**, in direzione Est per circa 100 m, fino a giungere in testata su fondali di circa -10 m.

Data l’esposizione alle onde più elevate che si presentano dal settore di Maestrale per assicurare la stabilità della mantellata della diga foranea è risultato necessario ricorrere all’impiego di massi naturali di elevata pezzatura, con peso compreso tra 5.0 e 8.0 tonnellate disposti in due strati con pendenza 1V:2.5H. Solo lungo l’avandiga foranea nord, data la minore intensità del moto ondoso proveniente dal settore di N-NE è stato possibile ridurre la pendenza a 1V:2H.

Lungo il raccordo iniziale e lungo tutta la diga foranea di maestrale è presente un muro paraonde di coronamento in calcestruzzo armato che si eleva fino a quota +4.50 m sul l.m.m al fine di contenere al minimo la potenziale tracimazione del moto ondoso in occasione degli stati di mare più estremi.

Per contenere al minimo i fenomeni di tracimazione del moto ondoso sulla cresta della diga, all’esterno del muro paraonde, è stata inoltre ricavata una vasca di dissipazione del moto ondoso (vasca di laminazione), i cui benefici sono stati verificati in laboratorio su modello fisico.

Lungo la diga foranea di maestrale il muro paraonde è configurato in modo da ricavare, lato porto, in continuità con l’esistente dei locali di servizio, con altezza utile di 2.2 m, destinati alla realizzazione di box auto/magazzinetti per gli utenti del porto.

Nel tratto di radicamento della nuova diga foranea, come previsto da PRP, la sovrastruttura di coronamento della diga foranea è stata configurata in modo da ricavare dei locali di altezza utile 3.0 m con funzione commerciale e di servizio portuale.

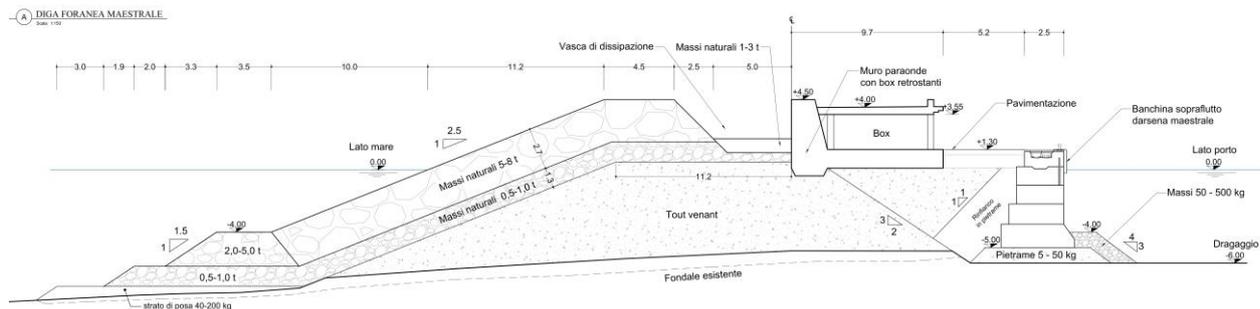


Figura 6-1. Sezione tipo della diga foranea maestrale.

Per l'avandiga foranea, che delimita l'avamporto, in analogia con la situazione attuale, il primo stralcio funzionale per la realizzazione delle opere marittime prevede la realizzazione di un'opera in massi naturali tracimabile senza massiccio di coronamento con cresta posta a quota +3.50 m.

La mantellata della avandiga foranea sarà realizzata con i materiali provenienti da cava integrandoli con il materiale proveniente dal salpamento dall'avandiga esistente.

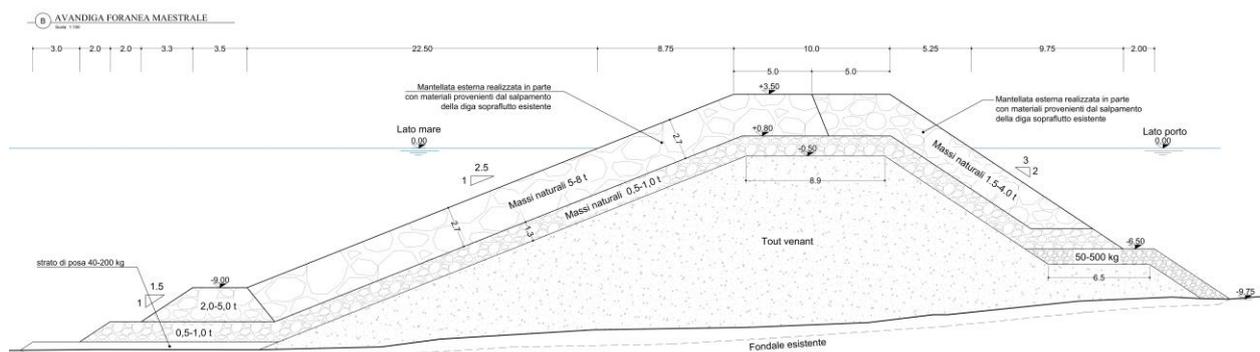


Figura 6-2. Sezione tipo della avandiga foranea tracimabile.

Si precisa che in una successiva fase di attuazione tale opera potrà essere adeguata alle previsioni di PRP realizzando un coronamento in calcestruzzo, rifiorando le mantellate e realizzando i banchinamenti interni.

La **nuova diga foranea di sottoflutto** è radicata a terra, al piede della falesia che si estende tra Punta Ala e Punta Hidalgo, e segue un allineamento SE-NO pressoché parallelo all'attuale Molo Torre, da cui risulta distaccato di circa 120 m in direzione NE. La diga di sottoflutto si sviluppa per circa 192 m su fondali che degradano naturalmente dalla linea di riva fino ad incontrare la -7.00 in prossimità della testata.

Data l'esposizione agli stati di mare meno intensi provenienti dal settore di NE per la realizzazione della mantellata della diga sottoflutto è previsto l'impiego di massi naturali da 1.5 a 3.0 tonnellate in due strati messi in opera con pendenza 2V:3H.

La cresta del coronamento della diga sottoflutto, realizzato con un massiccio di calcestruzzo gettato in opera, è posta a +2.50 m sul l.m.m..

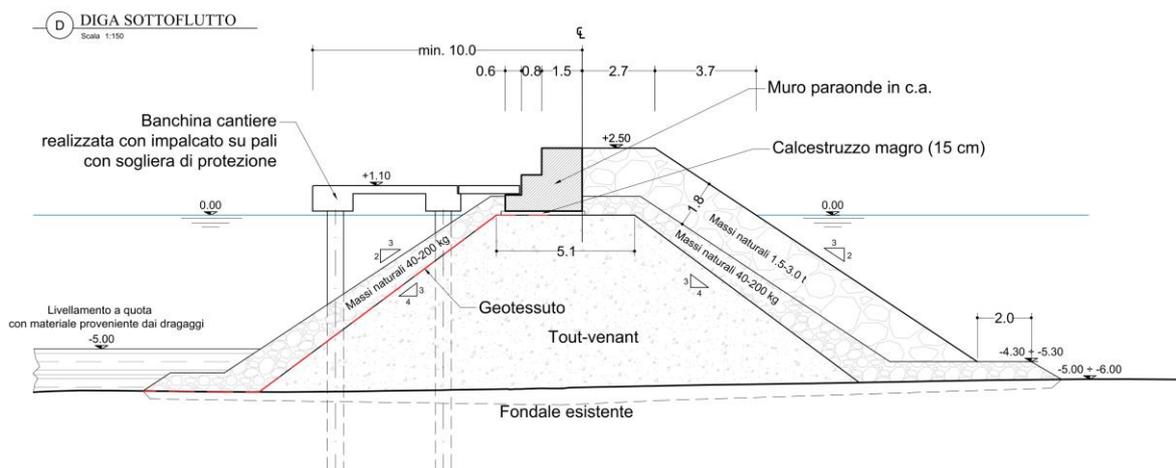


Figura 6-3. Sezione tipo nuova diga sottoflutto

In corrispondenza delle due testate è prevista la posa in opera dei fanali di segnalazione (verde e rosso).

Le due opere di difesa foranee delimitano un avamposto che ospita un primo cerchio di evoluzione (il principale) di diametro pari a 90.0 m, a cui le imbarcazioni dirette ai bacini di ormeggio potranno accedere attraverso un canale navigabile, allineato con la direzione 255 – 75°N, di larghezza minima pari a circa 50 m.

Dall'avamposto le imbarcazioni possono accedere agilmente agli specchi acquei interni dove è presente un'ampia area di evoluzione circolare di diametro pari a 75 m, posta in corrispondenza dalla Darsena Maestrale; da qui è possibile accedere alla suddetta darsena e alla darsena Hidalgo oppure proseguire lungo il canale interno e raggiungere gli ormeggi delle darsene storiche più interne al porto.

Le opere di difesa previste per l'ampliamento del Marina di Punta Ala sono completate dalla **nuova Diga Grecale** radicata sul lato interno della diga sopraflutto in corrispondenza del passaggio tra la diga foranea di maestrale e l'avandiga foranea di maestrale, che delimita internamente l'avamposto dalla darsena yacht di maestrale.

Tale opera è finalizzata a proteggere lo specchio acqueo portuale dal moto ondoso proveniente dal settore di grecale che si genera localmente nel Golfo di Follonica, che presenta in genere valori di altezza d'onda inferiori a mezzo metro, periodo inferiore a 3-4 secondi e lunghezza d'onda, su fondali di 7 m, compresa tra 15 m e 25 m.

Per la realizzazione del molo in oggetto è stato previsto l'impiego di elementi modulari prefabbricati in calcestruzzo armato per formare un frangiflutti di sviluppo complessivo pari a 80 m che consentirà inoltre l'ormeggio di imbarcazioni su entrambi i lati.

6.1.2 Salpamenti

Contestualmente alla formazione delle nuove opere foranee, come previsto da PRP, verrà effettuato il salpamento del materiale lapideo costituente il tratto terminale della attuale diga sopraflutto unitamente al salpamento della scogliera posta a protezione dell'attuale molo di sottoflutto.

Detto materiale verrà ricollocato sulla mantellata delle nuove opere, al fine di mantenere l'aspetto esterno coerente con l'aging delle opere di difesa della parte esistente. Tale previsione risponde alle disposizioni della Soprintendenza per i Beni culturali e Paesaggistici.

È previsto il completo riutilizzo dei materiali provenienti dal salpamento per la realizzazione di nuclei e mantellate delle nuove opere in progetto riducendo così l'impiego di materiale proveniente da cava.

Si rimanda agli elaborati "C.01 Relazione sugli interventi di dragaggio e salpamento" e "C.02 Relazione sui materiali impiegati" per maggiori informazioni.

6.1.3 Dragaggi e riempimenti

Per adeguare i fondali presenti all'interno del nuovo specchio acqueo alle necessità delle più moderne imbarcazioni previste da progetto è un'attività di spostamento di sedimenti in aree immediatamente contigue all'interno del porto dragaggio e riempimento per un volume di circa 30.000 m³ di sedimenti. Tale spostamento è finalizzato a conseguire il ripristino della navigabilità, nonché per agevolare l'operatività portuale ai sensi dell'art. 2, lettera f) del DM 173/2016.

L'intervento di dragaggio permetterà di raggiungere le seguenti quote di progetto:

- -6.0 m sul l.m.m. lungo il nuovo canale interno e all'interno della darsena maestrale (c.d. darsena maxy yacht), destinata ad accogliere le imbarcazioni di dimensioni maggiori di lunghezza fino a 50 m;
- -4.0 m sul l.m.m. all'interno della nuova darsena Hidalgo;
- -5.0 m sul l.m.m. all'interno della vasca di alaggio.

I volumi provenienti dalle attività di dragaggio saranno impiegati all'interno dell'ambito portuale per andare a realizzare interventi di riempimento e livellamento dei fondali esistenti. Parte del volume proveniente dai dragaggi sarà disposto a colmata per la formazione del nuovo piazzale cantiere.

Gli interventi di riempimento prevedono:

- Il livellamento dei fondali dell'avamposto alla quota -7.0 m sul l.m.m.
- Il livellamento a quota -4.0 m sul l.m.m. all'interno della nuova darsena Hidalgo;
- Il livellamento a quota -5.0 m sul l.m.m. nello specchio acqueo prospiciente alla banchina cantiere;
- La colmata fino a quota +0.00 m sul l.m.m. del piazzale cantiere.

Si rimanda agli elaborati "C.01 Relazione sugli interventi di dragaggio e salpamento" e "C.02 Relazione sui materiali impiegati" per maggiori informazioni.

6.1.4 Banchine e pontili

Per la realizzazione delle banchine della darsena maxy yacht di maestrale e delle banchine di riva del bacino della nuova Darsena Hidalgo è stata scelta una soluzione a massi sovrapposti di calcestruzzo prefabbricati con trave di coronamento in calcestruzzo armato gettata in opera.

Questa soluzione è stata già adottata con successo per la realizzazione del porto esistente ed è stata pertanto riconfermata, pur prevedendo comunque ulteriori particolari accorgimenti in considerazione della accertata presenza di terreni di fondazione dotati di scadenti caratteristiche geotecniche, e ai carichi di progetto.

In particolare, la applicazione pratica di un “precarico” mediante realizzazione di un rilevato provvisorio, di entità tale da includere anche quota parte dei sovraccarichi di esercizio, consentirà di anticipare i cedimenti di tipo “immediato” corrispondenti alle successive fasi di lavoro, apportando significativi benefici anche sui cedimenti (prevalentemente viscosi) attesi nel tempo.

Allo stesso tempo l’adozione di una berma stabilizzante al piede del banchinamento interno consentirà di garantire idonee condizioni di stabilità. Prima della messa in opera dei massi sovrapposti, è inoltre prevista una “regolarizzazione” del piano di posa con uno strato di pietrame costituito da elementi in peso compreso tra 5 e 50 kg, versato e regolarizzato sul fondale, in modo da limitare al minimo possibili rotazioni e disallineamenti in fase di posa derivanti dalla presenza di asperità sul fondo.

I banchinamenti lungo il lato Est e il lato Sud della darsena Hidalgo sono imbasati alla quota -4.0 m sul l.m.m. su uno scanno di imbasamento in pietrame posato in opera all’interno di una trincea di larghezza 5.40 m scavata fino a quota -5.0 m. Per assicurare la regolarità del piano di posa è prevista una successiva regolarizzazione del piano di posa.

La quota di banchina è stata fissata a +1.10 m slm per i banchinamenti della darsena Hidalgo e a +1.30 m per la banchina maestrale. Lungo il tratto di raccordo con la diga foranea esistente la quota di banchina è stata fissata a +1.0 m sul l.m.m..

Il rinfiacco dei muri di banchina, come meglio indicato nelle relazioni di calcolo, è costituito da materiale lapideo di adeguate caratteristiche meccaniche in modo da ridurre la spinta del terreno e migliorare la stabilità dell’opera.

Per la realizzazione del coronamento di banchina è prevista la formazione di una sovrastruttura in calcestruzzo armato di spessore e larghezza variabili rispettivamente tra 1.0 m e 1.3 m e tra 2.5 e 3.5 m come meglio indicato negli elaborati grafici di progetto. La sovrastruttura, gettata in opera in conci di circa 10 m di lunghezza, solidarizzata con i sottostanti massi sovrapposti tramite barre di armatura, consente l’alloggio dei cavedi necessari per il futuro passaggio degli impianti (idrico, elettrico e fognario) previsti dai lavori di riqualificazione e ampliamento (non oggetto del presente stralcio).

I sottoservizi portuali verranno alloggiati in appositi cavedi realizzati all'interno della sovrastruttura in continuità tipologica e geometrica con l'esistente (coperti da pavimentazione a mosaico con porfido).

Lato mare la sovrastruttura è delimitata da una veletta prefabbricata di calcestruzzo che, oltre a fungere da cassero per il getto in opera, consente di realizzare un fronte di banchina uniforme e di adeguate caratteristiche estetiche e funzionali.

Per realizzare le banchine a servizio del cantiere nella zona posta a tergo della nuova diga sottoflutto è stata preferita una soluzione con banchinamento a giorno fondato su pali che consente di trasferire i carichi ai terreni di substrato maggiormente competenti.

Questa soluzione presenta inoltre il vantaggio di migliorare la capacità di assorbimento del moto ondoso residuo che si propaga all'interno del porto.

L'impalcato che costituisce la banchina è costituito da travi prefabbricate di calcestruzzo armato su cui viene realizzata una soletta gettata in opera di completamento sostenuta da una lastra prefabbricata in c.a. con funzione di cassero collaborante (c.d. predalles). Le travi sono posate su pulvini di forma quadrangolare in testa ai pali di fondazione trivellati con diametro $\varnothing 600$ mm con lamierino metallico a perdere di spessore 12 mm.

Al di sotto dell'impalcato è presente una scogliera in massi naturali di peso compreso tra 40 e 200 kg che protegge il paramento interno della diga sottoflutto. Per assicurare la stabilità del suddetto paramento è prevista la realizzazione di una trincea di imbasamento di spessore pari ad un metro all'interno della quale può risvoltare il materiale lapideo.

Interposto tra il paramento in massi naturali e il nucleo della diga sottoflutto è previsto un geotessuto per evitare la perdita di materiale fino attraverso il corpo diga.

Tra il margine lato terra dell'impalcato e la cresta del rilevato che costituisce il molo sottoflutto è prevista la posa in opera una lastra prefabbricata di calcestruzzo appoggiata-appoggiata in modo da disconnettere staticamente l'opera fondata su pali dal rilevato in materiali sciolti costituente la diga foranea retrostante, spalmando e limitando al minimo gli effetti di eventuali cedimenti differenziali.

La stessa tipologia strutturale è stata adottata per realizzare la banchina Hidalgo Nord.

Anche in questo caso è presente un impalcato costituito da travi prefabbricate in c.a. completato in opera con un getto di calcestruzzo in opera. Le travi sono posate in questo caso su pulvini di forma rettangolare sorretti da coppie di pali di fondazione trivellati di diametro $\varnothing 600$ mm.

Anche in questo caso è prevista una specifica successione delle fasi di lavoro condotte da terra, in modo da attrezzare un precarico di entità sufficiente ad anticipare i cedimenti dei terreni maggiormente compressibili presenti in profondità, più diffusamente presenti nel tratto terminale della diga sottoflutto.

6.1.5 Area cantieristica

Nell'area di espansione Nord dell'attuale molo sottoflutto, al piede della falesia, è stata localizzata l'area adibita alla cantieristica dove è previsto che si svolgeranno le attività di accoglienza, assistenza, alaggio e manutenzione, produzione, riparazione e riconversione delle imbarcazioni e della filiera della nautica in generale.

L'area, ai sensi del Piano Regolatore Portuale, dovrà essere dotata di tutti gli standards ed attrezzature in grado di assicurare che lo svolgimento delle attività al suo interno vengano eseguite nel rispetto delle condizioni di sicurezza dei lavoratori e di tutela ambientale.

Il progetto prevede la realizzazione di un terrapieno fino alla quota +1.10 m delimitato dalla banchina Hidalgo Est e dal radicamento della nuova diga sottoflutto a Nord per un'estensione complessiva di circa 7000 m² di cui 5800 destinati all'area cantiere.

Per effettuare le operazioni di varo e alaggio delle imbarcazioni è stata prevista la realizzazione di una vasca di alaggio di dimensioni 30.0 m × 11.0 m, ubicata nell'angolo settentrionale del terrapieno, tra la banchina Hidalgo Nord e il radicamento della nuova diga sottoflutto. All'interno della vasca i fondali saranno portati con un intervento di dragaggio fino a profondità di 5.0 m.

La vasca è formata da due sporgenti realizzati in calcestruzzo armato di larghezza pari a 1.5 m fondati su pali trivellati di diametro Ø800 mm.

L'area cantieristica potrà inoltre usufruire della banchina cantiere che si sviluppa a tergo della diga sottoflutto, già illustrata in precedenza, che potrà essere utilizzata sia dalle imbarcazioni in attesa di essere tirate a secco, sia per l'esecuzione di interventi di riparazione che possono essere eseguite sulle imbarcazioni in galleggiamento.

6.2 Opere di completamento (D)

Come già illustrato in precedenza il presente progetto definitivo relativo al primo stralcio funzionale dei lavori di riqualificazione e ampliamento del porto di Punta Ala prevede anche alcune opere di completamento a seguito della realizzazione delle opere marittime precedentemente illustrate.

Queste opere sono illustrate nella relazione tecnico-illustrativa di progetto D.01 a cui si rimanda per maggiori dettagli. Per completezza si riporta a seguire un breve descrizione delle opere di completamento previste da progetto.

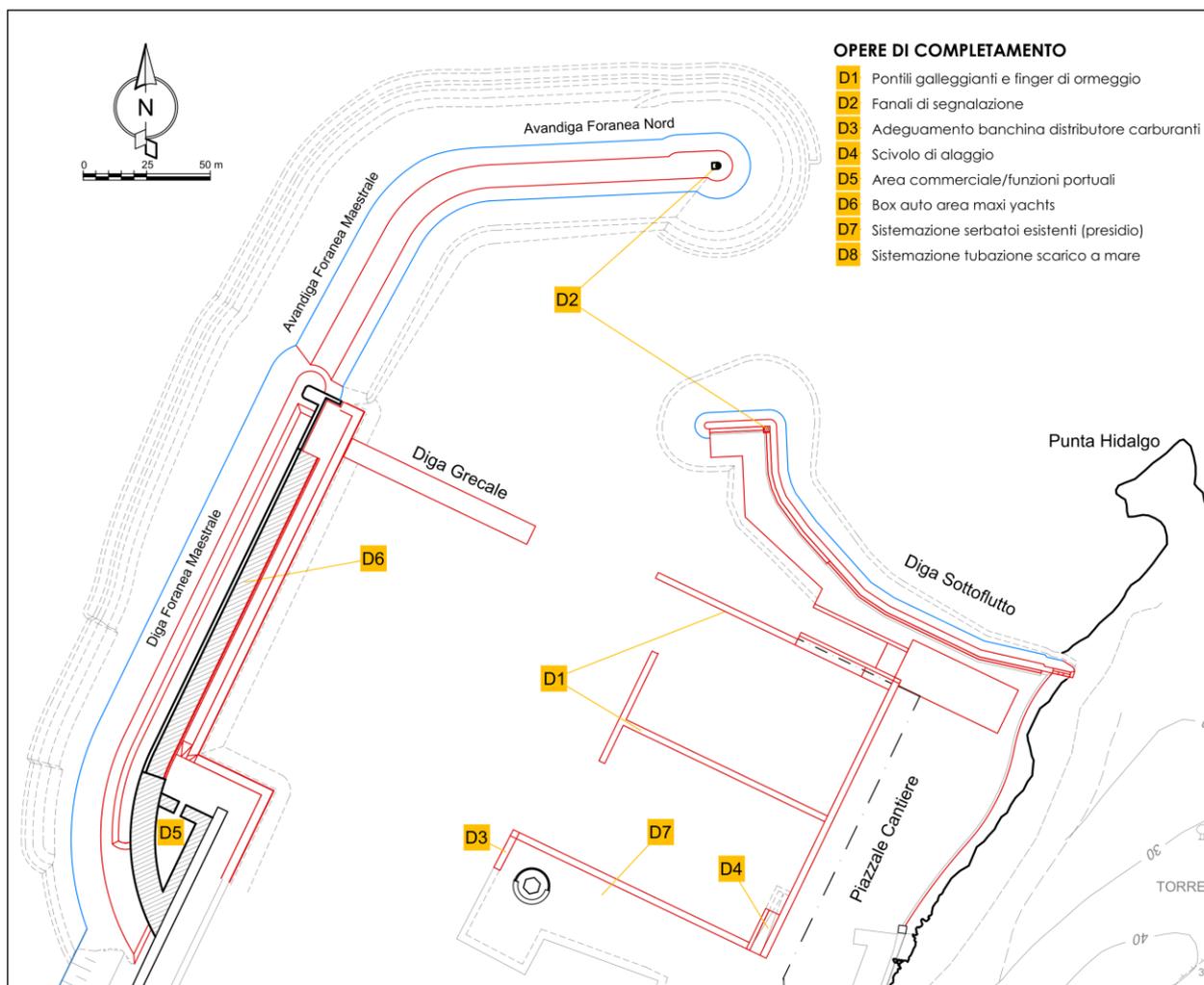


Figura 4. Indicazione delle opere di completamento previste da progetto

6.2.1 Pontili di ormeggio

Considerato che le imbarcazioni di maggiori dimensioni verranno ormeggiate alle banchine della darsena maxy yacht, per realizzare gli ormeggi del bacino della nuova darsena Hidalgo è prevista l'installazione di pontili di ormeggio galleggianti di larghezza pari a 2.50 m, sicuramente adeguati alle dimensioni delle imbarcazioni che li dovranno utilizzare.

I pontili di ormeggio si diramano dalla banchina di riva della darsena Hidalgo (c.d. banchina Hidalgo Est). L'accesso ai pontili avverrà attraverso delle passerelle "incernierate" alla struttura di coronamento in c.a. della banchina.

Per la banchina Molo Torre della darsena Hidalgo si è invece introdotta, sull'esempio statunitense, la soluzione con ponticelli laterali di servizio fissati in banchina ("fingers" o "catways").

6.2.2 Fanali di segnalazione

È prevista l'installazione di due nuovi segnalamenti marittimi di luce rossa e luce verde in corrispondenza delle testate delle nuove opere foranee (compresa anche la diga grecale) per indicare la rotta di accesso al porto.

Sono stati selezionati fanali marini alimentati con pannelli solari con portata luminosa di circa 5 miglia nautiche montati su pali di acciaio zincati fissati su elementi di fondazione massicci in calcestruzzo.

6.2.3 Sistemazione banchina bunkeraggio

Il progetto definitivo prevede di intervenire anche in corrispondenza dell'attuale banchina bunkeraggio ubicata in testata al molo sottoflutto esistente.

Gli interventi previsti da progetto prevedono la demolizione dell'attuale scogliera in massi naturali al fine di costituire un nuovo filo di banchina a parete verticale (molo torre), per consentire l'ormeggio delle imbarcazioni nella nuova darsena Hidalgo.

L'intervento di completamento previsto dal presente progetto consentirà di raccordare l'attuale banchina bunkeraggio al molo torre realizzando un fronte di accosto di 48.40 m che permetterà l'accosto in sicurezza di imbarcazioni di lunghezza fino a 36 m.

6.2.4 Scivolo di alaggio

Per consentire l'alaggio e il varo delle imbarcazioni da diporto di piccole dimensioni e alle derive, all'angolo della darsena Hidalgo compreso tra il nuovo molo torre e la banchina Hidalgo Est, è prevista la realizzazione di uno scivolo di alaggio.

Lo scivolo di alaggio, caratterizzato da una larghezza di 4.50 m raccorda la quota di banchina fino ad arrivare alla quota di -2.0 m s.l.m. con una pendenza 1V:8H, per una lunghezza complessiva di circa 25 m. L'opera è realizzata con un nucleo in materiali lapidei confinato lateralmente dalla banchina a massi sovrapposti Hidalgo Est e da uno sporgente realizzato con blocchi prefabbricati di cls con sovrastruttura gettata in opera di solidarizzazione ortogonale al molo torre.

La superficie dello scivolo è realizzata con lastre prefabbricate di calcestruzzo opportunamente trattate per realizzare una superficie di adeguata scabrezza.

6.2.5 Locali di servizio area commerciale/funzioni portuali

Nella zona di raccordo compresa tra la nuova diga foranea sopraflutto e la diga foranea attuale è prevista, come indicato nel PRP vigente, la realizzazione di un'area mista commerciale/funzioni portuali e servizi.

Il massiccio di coronamento nel tratto di raccordo della nuova diga foranea sopraflutto è stato pertanto configurato in modo da alloggiare, nella parte retrostante al muro paraonde, dei locali destinati alle funzioni portuali (locali tecnici/magazzini) e adibiti a servizio delle autorità marittime. I locali presentano un'altezza utile interna pari a 3.0 m.

6.2.6 Box auto area maxi yachts

Il massiccio di coronamento della diga foranea maestrale è configurato in modo da realizzare, nella parte retrostante del muro paraonde, dei locali box riservati agli utenti del porto. Complessivamente saranno realizzati 37 box auto di dimensioni 3.5 m × 6.0 m e altezza utile interna di 2.2 m (luce portone a 2.5 m di larghezza × 1.9 m di altezza).

6.2.7 Sistemazione serbatoi carburante esistenti (presidio)

Gli interventi di demolizione della scogliera esistente del molo sottoflutto e i successivi interventi di dragaggio per portare il fondale della darsena Hidalgo alla quota -4.00 m, interferiscono con la struttura interrata in c.a. esistente contenente i serbatoi di carburante.

Pertanto, al fine di garantire la stabilità della struttura in tutte le fasi di lavoro, si è prevista la realizzazione di un'opera di presidio costituita da una paratia micropali, di sviluppo lineare pari a circa 24 m, con trave di coronamento gettata in opera.

6.2.8 Sistemazione tubazione scarico a mare del consorzio idrico Acquedotto del Fiora

Nell'area di ampliamento del Porto di Punta Ala è presente, in tratti poggiata sul fondo e in tratti coperta da sabbia di riporto, una condotta sottomarina di diametro 200 mm adibita al conferimento in mare delle acque depurate del comprensorio di Punta Ala. Il proprietario della condotta scarico a mare, nonché titolare della relativa concessione di conferimento a mare, è il consorzio idrico Acquedotto del Fiora.

Il progetto di riqualificazione e ampliamento del porto contempla lo spostamento della suddetta condotta all'esterno dell'ambito portuale.

Per conseguire tale obiettivo la Marina di Punta Ala ha previsto, in accordo con il consorzio, la posa in opera di una nuova condotta sottomarina in Pead Ø280 PN16 in sostituzione del primo tratto della condotta di esistente, dal radicamento fino alla profondità di circa 15 m, dove verrà giuntata alla tubazione esistente per proseguire fino al diffusore (posto a circa 360 m dal punto di giunzione, su fondali di 25-30 m).

Il presente progetto ha riguardato la sola definizione del percorso e della tipologia di posa della tubazione e pertanto non ha preso in esame la verifica idraulica della tubazione e la definizione delle opere d'arte necessarie al funzionamento dell'impianto (giunti, pompe, valvole, sfiati etc...).

Il percorso della nuova tubazione è stato selezionato con l'obiettivo di ridurre al minimo le interferenze con le opere in progetto e con le attività del porto valutando anche sulla base delle richieste del committente.

Maggiori informazioni in merito alla tubazione sono riportati nella specifica relazione e negli elaborati grafici allegati al progetto.

6.3 Canalizzazioni e sottoservizi (E)

Le opere previste dal presente progetto definitivo contemplano anche la realizzazione delle canalizzazioni (solo predisposizioni) necessarie per la futura installazione delle reti di servizio del porto (rete idrica, fognaria, elettrica).

Come illustrato in precedenza la Marina di Punta Ala a seguito della progettazione definitiva del presente stralcio funzionale ha sviluppato la progettazione degli impianti e dei sottoservizi che per completezza sono allegati al presente progetto.

6.4 Opere di arredo marittimo e sistemazione spazi esterni (F)

Lo stralcio funzionale prevede anche le **opere di arredo e sistemazione spazi esterni (F)**, con particolare riferimento ai sistemi di ormeggio, alla sistemazione della fascia di rispetto al piede della falesia e alla sistemazione dei piazzali di cantiere.

Maggiori informazioni e indicazioni sui sistemi di ormeggio sono riportate nell'elaborato di progetto F.01 e ai relativi disegni ad esso allegati.

6.4.1 Sistemi di ormeggio

Per quel che riguarda le modalità di ormeggio delle imbarcazioni, per la darsena Hidalgo si è optato per il classico sistema con le catenarie e corpi morti.

Per la banchina Molo Torre della darsena Hidalgo si è invece introdotta, sull'esempio statunitense, la soluzione con ponticelli laterali di servizio ("finger" o "catways").

Per la banchina della darsena di maestrale (c.d. darsena maxy yacht), destinata ad accogliere le imbarcazioni più grandi (di lunghezza 40-60 m), è stato preferito un sistema con boe ad elevato dislocamento e in alternativa, lungo il tratto di banchina di raccordo, ad un sistema di corpi morti e catenarie.

Le imbarcazioni vengono ormeggiate con la poppa rivolta in banchina con cime di ormeggio fissate a bitte da 25 tonnellate (due per ogni imbarcazione); il fissaggio dell'altra estremità delle barche viene ottenuto mediante una o più cime fissate ad una boa, posta ad una adeguata distanza dalla banchina, a sua volta collegata con una catena facente capo alla cosiddetta "catenaria" (catena di grandi dimensioni vincolata ad intervalli regolari a "corpi morti" di calcestruzzo).

6.4.2 Sistemazione fascia di rispetto al piede della falesia

Come previsto dalle norme tecniche di attuazione del PRP, al fine di preservare il piede della falesia e garantire il corretto deflusso delle acque piovane, è prevista la realizzazione di una fascia di rispetto da sistemare a verde, di larghezza compresa tra 3.0 m e 5.0 m, posizionata tra il piede della scarpata e i piazzali di ampliamento del porto.

Ai fini di garantire la sistemazione a verde della fascia di rispetto e consentire la realizzazione del canale a superficie libera, si prevede la realizzazione di un rilevato di altezza molto contenuta (non superiore a 1.50 m dal piano del piazzale cantiere posto a quota +1.60 m l.m.m.).

Per la costituzione del rilevato è previsto l'impiego di materiale inerte di riempimento (tout venant di cava).

La protezione e il contenimento della scarpata del rilevato (con pendenza 4V:3H) è realizzata attraverso l'impiego di elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrato che consentono di ottenere pregevoli effetti estetici come riportato nelle figure seguenti.

Questi moduli prefabbricati vengono infatti sovrapposti in modo tale da avere degli spazi liberi che possono essere riempiti di terra e humus, in modo da realizzare l'inverdimento dell'intera scarpata con piante e vegetazione autoctone (arbusti, cespugli). L'intera struttura di contenimento poggia su un cordolo fondazione in calcestruzzo armato.

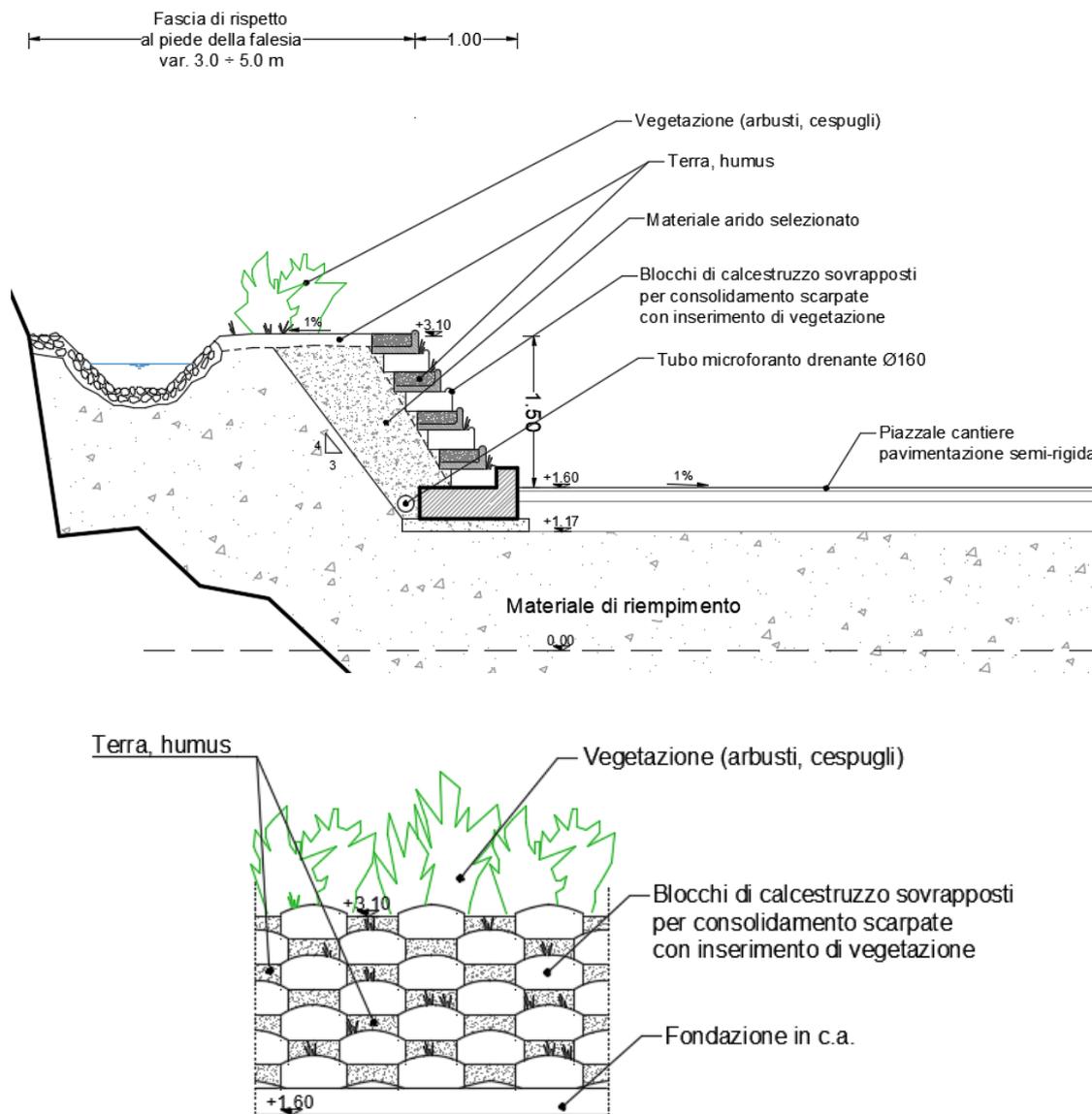


Figura 6-5 – Sezione e vista frontale della protezione della scarpata del rilevato.

6.4.3 Sistemazione dei piazzali dell'area cantieristica

L'area cantieristica, ai sensi del Piano Regolatore Portuale, dovrà essere dotata di tutti gli standards ed attrezzature in grado di assicurare che lo svolgimento delle attività al suo interno vengano eseguite nel rispetto delle condizioni di sicurezza dei lavoratori e di tutela ambientale.

La suddivisione interna dell'area cantieristica prevede la realizzazione di un piazzale di circa 3000 m² per le operazioni di varo/alaggio e lavaggio movimentazione delle imbarcazioni con l'ausilio di un travel lift di capacità pari a 140 t.

La pavimentazione di questo piazzale operativo sarà realizzata con una superficie in calcestruzzo armato in grado di sopportare gli elevati carichi di progetto.

La restante porzione del piazzale, destinata allo stazionamento delle imbarcazioni, sarà completata con una pavimentazione flessibile semi-rigida con adeguate pendenze per la regimazione delle acque piovane.

La nuova area cantieristica sarà dotata di un sistema di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia e di un sistema di raccolta e primo trattamento delle acque di lavaggio come descritto negli elaborati allegati al progetto forniti dal Marina di Punta Ala.

Capitolo 7 Fasi lavorative e cronoprogramma

La pianificazione delle fasi di realizzazione delle opere in progetto e delle conseguenti attività di cantiere è stata effettuata tenendo conto dell'obiettivo di minimizzare le interferenze fra le aree di cantiere, le attività diportistiche del porto ed il tessuto abitativo circostante, e di minimizzare i potenziali impatti sull'ambiente.

A tal scopo si è previsto di realizzare gli interventi operando sia da mare che da terra, con l'ausilio di mezzi terrestri e marittimi, cercando di privilegiare la prima modalità. Nel corso dei lavori, in relazione alle diverse fasi lavorative, le due modalità operative saranno bilanciate cercando di minimizzare le interferenze e gli impatti, garantendo comunque un'adeguata produttività per le lavorazioni.

La vicinanza con il porto di Piombino (circa 11 miglia nautiche, 20 km) consente di prevedere l'approvvigionamento dei materiali lapidei, provenienti dalle cave ubicate nel raggio di 50 km dal porto, operando via mare con l'impiego di motonavi, motopontoni e motobette.

Gli elementi prefabbricati (blocchi di calcestruzzo, impalcati in c.a.) previsti dal progetto saranno realizzati all'esterno dell'ambito del Porto di Punta Ala. Questi potranno essere realizzati presso stabilimenti di prefabbricazione oppure in idonee aree di prefabbricazione e stoccaggio in concessione limitrofe o interne al Porto di Piombino.

Per una dettagliata descrizione delle fasi di realizzazione previste da progetto si rimanda all'elaborato di progetto G.01 "Caratterizzazione delle fasi lavorative e relative cantierizzazioni". Si riporta per completezza una descrizione sintetica delle fasi previste.

Fase 1: Inizio formazione della nuova diga sopraflutto

La Fase 1 dei lavori di realizzazione prevede la predisposizione delle aree di cantiere previste all'estremità dell'attuale diga foranea e alla radice del molo Torre.

A seguire verrà dato l'avvio al primo fronte di avanzamento dei lavori che prevede la formazione del radicamento della diga foranea sopraflutto con la formazione del nucleo e delle mantellate procedendo in avanzamento con una sezione provvisoria.

Una volta realizzata un'adeguata protezione nei confronti del moto ondoso con una diga foranea in sagoma provvisoria, l'area di cantiere sulla diga maestrale potrà estendersi al fine di realizzare un'ampia area di stoccaggio per gli approvvigionamenti via mare dei materiali.

Fase 2: Avanzamento diga foranea di maestrale, radicamento sottoflutto

La seconda fase di attuazione prevede la formazione del corpo diga dell'avandiga foranea di maestrale che avverrà con le stesse modalità di avanzamento descritte in precedenza.

Contestualmente avranno inizio le lavorazioni del secondo fronte di avanzamento a partire dal Molo Torre con la realizzazione di un argine provvisorio di cantiere in materiali lapidei, per la successiva formazione di una vasca di colmata, e la formazione del radicamento del nuovo molo sottoflutto radicato a terra.

Le lavorazioni saranno eseguite prediligendo l'approvvigionamento e la realizzazione delle opere con mezzi marittimi impiegando un numero maggiore di mezzi marittimi e terrestri per consentire di operare in parallelo sui due fronti a pieno regime.

Fase 3: Avanzamento avandiga foranea maestrale, diga sottoflutto e inizio salpamenti

La Fase 3 di realizzazione prevede l'avvio dei lavori per la formazione dell'avandiga foranea maestrale, in analogia con le modalità di esecuzione precedentemente illustrate.

In questa fase sarà dato avvio ai lavori per la formazione dell'avandiga foranea maestrale, in analogia con le modalità di esecuzione precedentemente illustrate. Una volta assicurata un'adeguata protezione nei confronti del moto ondoso, verrà dato il via agli interventi di salpamento e ricollocamento dei massi naturali costituenti la diga esistente e la scogliera del Molo Torre.

I massi salpati saranno quindi utilizzati per costituire parte della mantellata dell'avandiga foranea maestrale e della mantellata sottoflutto attraverso l'utilizzo di motopontoni.

In questa fase, inoltre, per la diga sottoflutto, contestualmente all'inizio della realizzazione della mantellata, si prevede il completamento della formazione del nucleo in tout-venant.

L'avanzamento dei lavori prevederà in questa fase un riposizionamento delle aree di cantiere. In ragione delle fasi successive di lavorazione è stato previsto l'allestimento di un'area di banchina lato porto alla diga maestrale per lo scarico dei materiali approvvigionati via mare.

Fase 4: Completamento avandiga foranea nord, avviamento lavori per la testata e completamento mantellata sottoflutto

In questa quarta fase di realizzazione verranno ultimati i lavori per la formazione del corpo diga dell'avandiga foranea nord con la formazione del nucleo a cui segue, in successione, la posa in opera delle mantellate, anche con materiale proveniente dal completamento delle attività di salpamento della diga esistente.

Al termine di queste lavorazioni si darà avvio alla formazione della Testata della diga con la posa in opera del nucleo in tout-venant.

Contestualmente sul fronte di lavoro della diga sottoflutto verranno completati i lavori di posa dei massi naturali per la formazione della mantellata anche con materiali provenienti dal salpamento dei massi della diga sottoflutto esistente.

Fase 5: Completamento mantellate testata, installazione precarica, inizio dragaggi e realizzazione colmata piazzale cantiere

In questa quinta fase di realizzazione si prevede il completamento delle attività di salpamento delle opere esistenti e la formazione della testata della diga sopraflutto, con la posa in opera della mantellata.

Ultimate le suddette lavorazioni potranno essere avviate le attività di dragaggio dei fondali esistenti. Gli interventi di dragaggio, previsti per l'adeguamento dei fondali alle quote di progetto e per la formazione delle trincee di fondazione delle banchine, verranno eseguiti con draghe che

operano meccanicamente (draghe a secchie, a cucchiaio o a benna mordente), idraulicamente (aspiranti/refluenti a strascico o con testa disgregante) o con una versione combinata delle due.

Il materiale proveniente dai dragaggi sarà completamente refluito all'interno dell'ambito portuale per realizzare riempimenti: i) negli specchi acquei che prevedono la regolarizzazione dei fondali alle quote di progetto e ii) per la costituzione della colmata del piazzale cantiere fino a quota +0.00 m l.m.m..

Contestualmente si darà avvio alle lavorazioni per la formazione dei banchinamenti interni alla diga sopraflutto. Ciò prevede la posa in opera di materiali lapidei per la formazione di un rilevato provvisorio con funzione di precarica necessario per l'anticipazione dei cedimenti previsti per i terreni di fondazione. Tale rilevato avrà un'estensione complessiva di 60 m (due tratti di lunghezza 30 m ognuno) che durante le successive fasi di lavorazione verrà movimentato verso il radicamento della diga maestrale. Per accelerare ulteriormente i cedimenti iniziali potranno essere impiegati anche i blocchi di calcestruzzo prefabbricati per la realizzazione delle banchine. La fase di precarica ha una durata stimata in circa 30 giorni.

Fase 6: Banchina maestrale, muro paraonde e avviamento lavori per Darsena Hidalgo e Banchina cantiere

In questa fase è previsto l'avvio della realizzazione del muro paraonde della Diga Maestrale, a partire dalla testa della diga a tornare indietro.

Contestualmente il rilevato di precarica lungo il banchinamento interno alla diga sopraflutto verrà movimentato per consentire l'inizio della posa dei blocchi di calcestruzzo prefabbricati per la realizzazione della banchina maestrale in massi sovrapposti.

Sul fronte di lavoro della Diga Sottoflutto e della Darsena Hidalgo verrà dato inizio ai lavori di esecuzione dei pali trivellati di fondazione della Banchina di cantiere e della Banchina Hidalgo Nord. Contestualmente verranno avviate le lavorazioni per la formazione della Molo Torre, con la posa in opera dei blocchi di calcestruzzo prefabbricati.

Per tali attività saranno impiegati mezzi che operano sia da mare che da terra. L'approvvigionamento dei blocchi di calcestruzzo avverrà via mare, con motopontoni e/o bettoline, per l'installazione si è previsto di operare sia da terra che da mare con gru a funi per il sollevamento e la posa in opera dei blocchi.

Fase 7: Completamento banchine e piazzale cantiere

Nel corso della settima fase di realizzazione sul fronte di lavoro della Diga Sottoflutto/Darsena Hidalgo verrà dato avvio ai lavori per il banchinamento "a giorno" lungo il lato interno del molo sottoflutto per la formazione della Banchina Cantiere. Verranno pertanto posate in opera i pulvini e le travi impalcato di calcestruzzo armato, che preferibilmente verranno approvvigionate via mare dal cantiere di prefabbricazione. In seguito verranno posate in opera le solette prefabbricate con funzione di cassero collaborante (c.d. "predalles") per il successivo getto di completamento.

Contestualmente è previsto il completamento della posa in opera dei blocchi di calcestruzzo prefabbricati per la formazione della Banchina Hidalgo Est e la realizzazione dell'impalcato del pontile su pali Hidalgo Nord e degli sporgenti della vasca di allaggio.

Verrà inoltre ultimata la diga sottoflutto con la realizzazione del coronamento in calcestruzzo.

Sul fronte di avanzamento della Diga Sopraflutto/Darsena Maestrale procederanno i lavori per la realizzazione del coronamento della diga con il getto in opera del muro paraonde il completamento della posa in opera dei massi sovrapposti per la Banchina Maestrale.

In questa fase è previsto inoltre lo spostamento finale del materiale lapideo di precarica, utilizzato per la Banchina Maestrale, per realizzare lo strato superiore della colmata del nuovo piazzale cantiere fino a quota +1.00 m l.m.m. e il rilevato per realizzare la fascia di rispetto a verde al piede della falesia.

Fase 8: Fase conclusiva dei lavori e smobilitazione

L'ultima fase dei lavori vede il completamento di tutte le banchine e delle aree tecnico/commerciali nella zona di raccordo tra diga esistente e nuova diga foranea maestrale.

Per quanto riguarda le banchine, sia quelle in massi sovrapposti che quelle "a giorno", si procederà con la realizzazione dei getti di completamento in calcestruzzo.

Inoltre è prevista l'installazione dei moduli prefabbricati della diga di Grecale e dei pontili galleggianti della darsena Hidalgo, dei corpi morti e di tutti gli arredi di banchina quali bitte e parabordi.

Queste forniture potranno essere realizzate in prossimità del porto in aree appositamente attrezzate (es. Porto di Scarlino, Porto di Piombino) e trasportate via mare fino al Marina di Punta Ala senza generare ulteriori interferenze nell'area di cantiere.

Terminate le pavimentazioni del piazzale cantiere e delle aree a tergo delle banchine, si procederà con la sistemazione del piede della falesia con la realizzazione di un'area a verde e la costruzione di un canale a superficie libera per la raccolta delle acque meteoriche.

In ragione delle fasi realizzative precedentemente descritte, è stato formulato il seguente cronoprogramma sintetico che complessivamente prevede 26 mesi di lavorazioni.

Tale cronoprogramma presenta solo la durata prevista per le diverse fasi lavorative e dovrà in seguito essere adatto per tenere conto:

- i) della fase di apprestamento e smobilitazione delle aree di cantiere;
- ii) degli possibili interventi di mitigazione;
- iii) della possibile riduzione di produttività nel corso dei mesi estivi, per limitare le interferenze con le attività del porto e ii) di eventuali ordinanze della capitaneria di porto.

Si rimanda all'elaborato di progetto H.04 "Cronoprogramma generale d'intervento" per maggiori informazioni sul cronoprogramma.

Opere Marittime	durata (mesi)	inizio	fine																												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
FASE 1	4	1	4	■	■	■	■																								
FASE 2	3	5	7					■	■	■	■																				
FASE 3	5	8	12									■	■	■	■	■															
FASE 4	4	13	16													■	■	■	■												
FASE 5	4	17	20																	■	■	■	■								
FASE 6	2	21	22																					■	■						
FASE 7	2	23	24																									■	■		
FASE 8	2	25	26																											■	■

Capitolo 8 Stima dei lavori

L'individuazione del costo delle opere non ha posto particolari problemi, in quanto in generale si è prevista l'utilizzazione di materiali e di modalità esecutive di routine nei lavori civili e marittimi. Per i prezzi delle opere compiute, elementari della mano d'opera, dei noli e dei materiali utilizzati nelle analisi, si è fatto riferimento al PREZZARIO REGIONALE (provincia di Grosseto) per le opere di competenza delle Amministrazioni dello Stato e degli Enti Pubblici Nazionali nel territorio regionale della Regione Toscana. È stato applicato il listino prezzi pubblicato a Gennaio 2024.

Per i prezzi delle lavorazioni non previste nel suddetto Prezzario si è fatto riferimento a quello della Regione Lazio, pubblicato nel secondo semestre del 2023.

Infine per quelli non inclusi nei due prezzari di riferimento è stata eseguita una analisi del prezzo.

Sono stati quindi eseguiti i computi metrici delle lavorazioni/forniture da eseguire, ai quali sono stati poi applicati i prezzi unitari definiti come descritto in precedenza.

Il computo metrico estimativo delle opere previste dallo stralcio funzionale suddiviso per super-categorie di opere nella seguente tabella.

<u>Riepilogo SUPER CATEGORIE</u>	
OO.MM. - DRAGAGGIO	589'358,94
OO.MM. - DEMOLIZIONI OPERE ESISTENTI	2'114'922,65
OO.MM. - OPERE PROVVISORIALI	1'087'449,00
OO.MM. - DIGA SOPRAFLUTTO	23'364'995,16
OO.MM. - DIGA SOTTOFLUTTO	2'710'096,49
OO.MM. - DARSENA HIDALGO	1'748'055,25
OO.MM. - AREA CANTIERE	1'644'068,23
OO.MM. - DIGA GRECALE	1'875'000,00
OPERE DI COMPLETAMENTO	2'593'948,17
OPERE DI ARREDO E SISTEMAZIONE	1'509'586,43
COMPENSI AGGIUNTIVI	75'208,95
BONIFICA ORDIGNI BELLICI	24'470,10
Totale SUPER CATEGORIE euro	39'337'159,37

Costo complessivo stralcio funzionale

Euro 39.337.159,37 iva esclusa.

A tale importo è necessario sommare gli oneri della sicurezza non ordinari che sono stati stimati, come riportato nello specifico elaborato di progetto I.02, qui di seguito elencati:

Costi sicurezza non ordinari non soggetti a ribasso:

Euro 360.000,00 iva esclusa.

Capitolo 9 Indirizzi per la redazione del Progetto Esecutivo

Il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare.

Il progetto esecutivo dovrà essere redatto sulla base del progetto definitivo nonché delle prescrizioni dettate nei titoli abilitativi o in sede di accertamento di conformità urbanistica, o di conferenza di servizi o di pronuncia di compatibilità ambientale, ove previste.

La successiva fase di progettazione esecutiva dovrà inoltre approfondire alcune tematiche affrontate in sede di progetto definitivo, come indicato nella Relazione di stabilità geotecnica, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:

- Studi di penetrazione del moto ondoso: si ritiene necessario aggiornare il quadro conoscitivo relativo all'agitazione portuale a seguito delle modifiche al layout apportate nel corso del progetto definitivo;
- indagini geognostiche integrative miranti ad affinare gli schemi stratigrafici di riferimento. Come accennato, le caratteristiche intrinseche delle formazioni geologiche e le successive vicissitudini tettoniche e deposizionali hanno tuttavia conferito all'insieme dei terreni su cui è impostato il nuovo porto caratteri di grandi complessità geotecnica e geomorfologica. C'è pertanto da considerare che, anche a causa della grande variabilità di costituzione dei terreni, non è completamente da escludere che, nonostante le indagini eseguite, in fase di progettazione esecutiva possano risultare delle discordanze sulle condizioni stratigrafiche e geotecniche locali soprattutto per quanto concerne l'effettiva attestazione del flysch basale e più in particolare, nella zona di testata della Banchina Cantiere e nella zona a mare;
- definizione del piano di monitoraggio e controllo al fine di ridurre in corso di esecuzione la possibilità di imprevisti. In fase costruttiva sarà buona norma verificare le ipotesi di modellazione e di comportamento delle opere anche sulla base di un sistematico programma di monitoraggio e controllo essenzialmente basato sulla misura degli spostamenti indotti nelle diverse fasi di lavoro, e nel tempo.