

1	Nov. 2023	Prima integrazione	Ballerini			
0	Ott. 2023	Prima emissione	Ballerini			
Revisione	Data	Oggetto Revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

## BAGNI CASTELLUCCIO S.R.L.

Sede Legale: Via Fieschi, 3/17 – 16121 Genova  
 Tel.+390106121111 - E-mail: [castelluccio@fastwebnet.it](mailto:castelluccio@fastwebnet.it)  
 Part.I.V.A.: 02218930101



### COORDINAMENTO PROGETTAZIONE

<b>Progetto Architettonico</b> Dott.Arch.Marco Roggeri – mag.MA architetture Via Cardinal Meglia, 28 – 18010 – Santo Stefano al Mare - IM Tel.+393476185301 – E-mail: <a href="mailto:info@mag-ma.it">info@mag-ma.it</a> Part.I.V.A.: 01211220080	<b>Progettazione Opere Marittime</b> Studio Ballerini Ingegneri Associati Via Caffaro, 27/10 – 16124 – GE Tel.+390102091295 – E-mail: <a href="mailto:studioballerini@gmail.com">studioballerini@gmail.com</a> Part.I.V.A.: 02555620992
<b>Progetto Strutturale</b> Dott.Ing.Davide Barilli - BD INGEGNERIA STP S.r.l. Piazza R.Baldini, 4/28 – 16149 – GE Tel.+39010532074 – E-mail: <a href="mailto:studio@bdingegneria.com">studio@bdingegneria.com</a> Part.I.V.A.: 02533670994	<b>Progettazione Opere Fluviali</b> Dott.Ing.Giampiero Nobile – OAC INNOVATION S.r.l. Via di Sottoripa, 1A/81 – 16124 – GE Tel.+390108698603 – E-mail: <a href="mailto:gnobile@oacingegneria.com">gnobile@oacingegneria.com</a> Part.I.V.A.: 02790430991
<b>Progetto Impianti</b> Dott.Ing.Maurizio Cambiaso – CAMBIASO INGEGNERIA S.r.l. Piazza della Vittoria, 15/23 – 16121 – GE Tel.+390108690286 – E-mail: <a href="mailto:cambiaso.maurizio@gmail.com">cambiaso.maurizio@gmail.com</a> Part.I.V.A.: 02360420992	<b>Progettazione Geologica</b> Dott.Geol.Andrea Guardiani Piazza S.Benedetto, 8 - 18018 – Taggia – IM Tel.+390184475874 – E-mail: <a href="mailto:aguardiani.ag@gmail.com">aguardiani.ag@gmail.com</a> Part.I.V.A.: 01277730089
<b>Progettazione Acustica</b> Dott.Ing.Gianluca Agliata Via Montelungo, 80/2 – 16133 – GE Tel.+393356116854 – E-mail: <a href="mailto:gianluca.agliata@gmail.com">gianluca.agliata@gmail.com</a> Part.I.V.A.: 01438460998	<b>Progettazione Geologica</b> Dott.Geol.Paolo Anfossi Via Lungo Argentina, 19 - 18018 – Taggia – IM Tel.+393937684781 – E-mail: <a href="mailto:anfossipaolo@libero.it">anfossipaolo@libero.it</a> Part.I.V.A.: 01532840087
<b>Progettazione Geologica</b> Dott.Geol.Stefano Romanelli Piazza S.Giovanni, 9/3 – 16043 – Chiavari – GE Tel.+390185312417 – E-mail: <a href="mailto:romanelli.stefano@libero.it">romanelli.stefano@libero.it</a> Part.I.V.A.: 02318810302	<b>Rilievi</b> Geom.Alberto Centenari – 4geo Via Colombo, 13 – 16121 – GE Tel.+390105957355 – E-mail: <a href="mailto:centenari@4geo.it">centenari@4geo.it</a> Part.I.V.A.: 03787920101

Intervento/Opera	Scala	Data
Realizzazione di una struttura dedicata alla nautica da diporto a Genova Pegli – Procedimento previsto dal D.P.R.2/12/1997 n.509 <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	-	22 Novembre 2023
Oggetto dell'elaborato	Elaborato n°	
RELAZIONE ILLUSTRATIVA OPERE MARITTIME	D-OM-PR-001-1	
Livello di Progettazione	DEFINITIVO	

**INDICE**

01.	Introduzione .....	3
01.1	Generalità .....	3
01.2	Criteri di progettazione e normativa di riferimento .....	3
01.2.1	Progettazione idraulico-marittima .....	3
01.2.2	Progettazione strutturale e geotecnica .....	3
01.2.3	Progettazione sismica .....	3
02.	Analisi delle soluzioni strutturali.....	4
02.1	Banchina di riva.....	5
02.2	Molo di levante .....	10
03.	Descrizione delle nuove opere .....	12
03.1	Nuovi banchinamenti.....	12
03.2	Molo di levante.....	14
03.3	Pontili galleggianti.....	18
03.3.1	Caratteristiche dei pontili galleggianti.....	19
03.3.2	Sistema di ancoraggio ed ormeggio.....	20
04.	Modalità di esecuzione dei lavori .....	22

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Generalità

Nella presente relazione sono descritte le nuove opere marittime la cui realizzazione rientra nell'ambito dell'intervento di riqualificazione dell'arenile di Pegli, di cui al presente progetto, che prevede la realizzazione di nuove strutture dedicate alla nautica da diporto nello specchio acqueo portuale del Porto di Prà-Pegli.

Nello specifico, sono previste le seguenti opere:

- un nuovo fronte di banchina parallelo all'attuale linea di costa sottostante la ferrovia, con retrostanti nuove aree a terra a servizio della nautica da diporto;
- un molo frangiflutti a protezione dello specchio acqueo del nuovo porticciolo;
- pontili galleggianti attrezzati per l'ormeggio delle imbarcazioni.

### 1.2 Criteri di progettazione e normativa di riferimento

#### 01.1.1 Progettazione idraulico-marittima

Ai fini della progettazione delle nuove opere marittime si sono effettuate, innanzi tutto, le necessarie indagini sul clima ondoso per la determinazione delle caratteristiche dell'onda di progetto nel paraggio e, quindi, le analisi di propagazione e di penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale protetto dalla diga foranea esistente. Al fine di ottimizzare il dimensionamento delle opere in relazione alla fruibilità dello specchio acqueo ai fini diportistici, le analisi di agitazione interna sono state effettuate sia nella configurazione attuale, sia in quella di progetto, in modo tale da poter effettuare un confronto.

Per la determinazione del moto ondoso si è fatto riferimento ai noti metodi previsionali basati sulle elaborazioni statistiche degli eventi estremi e per lo studio della propagazione del moto ondoso si è fatto uso di sofisticati programmi di calcolo basati sulla teoria inerente all'idraulica marittima, che tengono conto degli effetti di rifrazione, diffrazione, riflessione, shoaling ed attrito al fondo.

In tal modo è stato possibile definire sia le caratteristiche di riflettenza dei nuovi banchinamenti, con soluzioni strutturali a giorno con scogliera sottostante, sia l'orientamento del nuovo molo a levante dell'area di intervento.

Per tali argomenti si rimanda alla Relazione idraulica marittima allegata al presente progetto.

#### 01.1.2 Progettazione strutturale e geotecnica

Sotto l'aspetto strutturale e geotecnico, la progettazione si è basata sugli usuali e consolidati metodi della scienza delle costruzioni, con riferimento alla vigente normativa sulle costruzioni:

- D.M. n. 8 del 17/01/2018: Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Circolare C.S.LL.PP. n. 7 del 21/01/2019: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

La progettazione geotecnica, in particolare, si è basata sulle risultanze delle indagini geognostiche appositamente effettuate e riportate nella Relazione geologica allegata al presente progetto. Le caratterizzazioni geotecnica e sismica dei terreni interessati dagli interventi a progetto sono riportate nelle apposite relazioni: Relazione geotecnica e Relazione sismica.

#### 01.1.3 Progettazione sismica

Per quanto riguarda la progettazione nei riguardi delle condizioni sismiche, le opere marittime sono analizzate e verificate con riferimento ad una Vita Nominale di 50 anni ed alla Classe d'Uso II, come definite nel D.M. n. 8 del 17/01/2018.

## 2 ANALISI DELLE SOLUZIONI STRUTTURALI

### 2.1 Premessa

Si premette che ai fini della progettazione delle opere marittime si è tenuto conto, naturalmente di tutti gli aspetti tecnici ed economici, quali:

- esposizione del paraggio e clima meteomarino - necessità di garantire la massima fruibilità degli accosti;
- profondità dei fondali necessari per gli accosti;
- natura del terreno di fondazione;
- ubicazione del cantiere;
- l'aspetto tecnico operativo riferito alla fase di costruzione;
- i tempi necessari per la costruzione;
- l'aspetto economico;
- la durabilità delle opere

#### 2.1.1 Clima meteomarino

Per quanto riguarda la determinazione del clima meteomarino si è eseguita un'analisi degli eventi estremi per la determinazione delle onde di progetto a partire dalla generazione dell'onda al largo e, successivamente è stata studiata la propagazione delle onde verso la costa. In particolare, per quanto riguarda l'aspetto relativo allo studio della propagazione delle onde dal largo e della conseguente agitazione ondosa all'interno dello specchio acqueo interessato dal presente intervento, sono state effettuate le necessarie analisi su modello matematico, prendendo in considerazione un tempo di ritorno di 50 anni, sia nella configurazione attuale, sia in varie configurazioni di progetto secondo diverse ipotesi di soluzione strutturale delle nuove opere, al fine di individuare la soluzione strutturale più adatta a garantire le migliori condizioni di fruibilità dei nuovi accosti, sulla base delle raccomandazioni PIANC riportate nel Report n. 149/Part 2 – 2016: "Guidelines for Marina Design". Di seguito si riporta il grafico che rappresenta le tolleranze per la "tranquillità" degli specchi acqueei, in funzione del periodo di ritorno delle mareggiate, con riferimento alle imbarcazioni di dimensioni comprese tra i 4 e i 20 m di lunghezza.

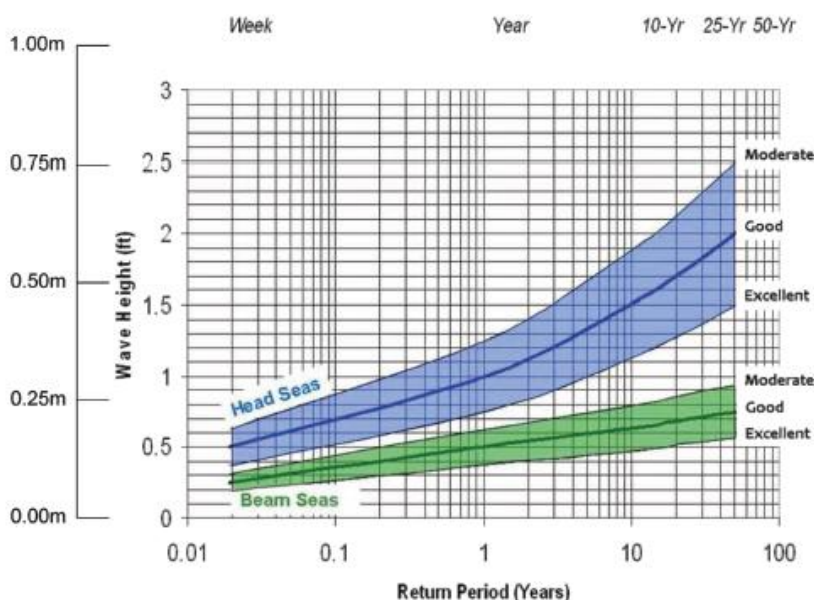


Figure 6.1: Tolerance for harbour tranquility criterion [ASCE, 2012]

Il succitato rapporto, peraltro, sottolinea che il limite di 0,30 m di altezza d'onda ammissibile non è univoco, in quanto in caso di onde con periodo compreso tra 2 e 6 s tale limite si riduce notevolmente specialmente per le imbarcazioni di piccole dimensioni.

Le analisi di cui sopra hanno permesso di effettuare un confronto sia tra i risultati ottenuti nelle varie soluzioni analizzate, sia con quelli ottenuti nella situazione attuale.

Inoltre, è stata valutata l'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale per effetto dei venti generati nel settore di traversia secondario con fetch limitato dalla diga foranea del porto di Prà, che, in caso di vento forte dalle direzioni meridionali, genera onde di vento nel tratto di mare interno alla diga stessa. Da tale analisi di previsione risulta che le massime onde hanno le seguenti caratteristiche:

$$H_s = 0,37 \text{ m}$$

$$T_s = 1,7 \text{ s}$$

In base alle testimonianze dei fruitori degli accosti attuali, risulta, in particolare in occasione di questo tipo di eventi, un particolare disturbo alle imbarcazioni ormeggiate. Pertanto, anche di tale fatto si è tenuto conto nelle valutazioni effettuate ai fini della scelta della soluzione di progetto.

### 2.1.2 Terreno di fondazione

Per quanto riguarda i terreni di fondazione è stata eseguita una caratterizzazione sulla base di un'apposita campagna geognostica (v. Relazione geologica e Relazione geotecnica allegate al progetto) che ha evidenziato la presenza del substrato roccioso appena al di sotto del fondale marino, con caratteristiche di resistenza molto elevate.

### 2.1.3 Ubicazione delle nuove opere

L'ubicazione del nuovo porticciolo è situata in corrispondenza dell'attuale scogliera di protezione della massicciata ferroviaria compresa tra la zona denominata "del Risveglio" e lo scoglio del "Castelluccio".

Allo stato attuale l'area a terra non è praticabile e pertanto per la realizzazione delle opere a mare e di buona parte delle colmate è previsto di intervenire tramite mezzi marittimi, al fine di ottenere le necessarie aree a terra per poter procedere successivamente al completamento dell'intervento, tramite la realizzazione di una pista a servizio del cantiere raccordata con la viabilità pubblica.

## 2.2 Le soluzioni analizzate - Banchina di riva

L'analisi delle soluzioni strutturali per la realizzazione della banchina di riva è stata effettuata tenendo conto dei seguenti aspetti:

- profondità dei fondali molto limitate (comprese tra circa -2 e -3 m s.l.m.);
- natura del terreno di fondazione con presenza del substrato roccioso molto superficiale (profondità massima 3,50 m al di sotto del fondale marino);
- necessità di limitare al massimo la riflessione del moto ondoso interno allo specchio acqueo portuale al fine di garantire la massima fruibilità degli accosti;
- difficoltà di approvvigionamento dei materiali da costruzione a causa dell'ubicazione del cantiere;
- l'aspetto tecnico operativo riferito alla fase di costruzione;
- i tempi necessari per la costruzione;
- l'aspetto economico;
- la durabilità dell'opera

Si sono valutate soluzioni strutturali di due tipologie:

- a gravità con parete verticale (cassoni, impilate di massi, palancole);
- a giorno (impalcato su pali o su piloni con scogliera sottostante, cassoni con camera assorbente).

### 2.2.1 Soluzioni a gravità a parete verticale

Si è esaminata la possibilità di realizzare il banchinamento con una soluzione a parete verticale che ha i vantaggi di essere generalmente caratterizzata da semplicità esecutiva, garantire un buon comportamento statico e non presentare particolari problemi di durabilità e di manutenzione.

Lo svantaggio di tale tipo di soluzione è costituito dalla totale riflettenza del paramento esterno, a causa della quale l'onda incidente ortogonalmente alla parete stessa arriva a raddoppiare la sua altezza, generando una forte agitazione all'interno dello specchio acqueo interessato.

Le analisi dell'agitazione ondosa, appositamente svolte sia nella configurazione attuale sia nella configurazione di progetto, hanno confermato un notevole incremento dell'agitazione ondosa rispetto alla situazione attuale, con altezze d'onda incompatibili con le condizioni di sicurezza per l'utilizzo degli accosti come riportate nelle raccomandazioni ASCE, di cui si è detto al precedente punto 2.1.1.

Si noti che attualmente lungo il litorale interessato dalle nuove opere è presente la scogliera di protezione del muro di sostegno della massicciata ferroviaria che, in base ai dati riportati in letteratura, è caratterizzata da un coefficiente di riflessione pari a  $k_R = 0,4$ . La realizzazione di un banchinamento a parete verticale produrrebbe, a causa della notevole riflettenza ( $k_R = 0,99$ ), una forte riflessione dell'onda incidente, aumentando notevolmente l'agitazione ondosa nello specchio acqueo antistante e rendendo gli accosti inagibili anche in condizioni meteomarine non particolarmente severe.

Per quanto riguarda in particolare la soluzione a palancole, oltre all'inconveniente dell'elevata riflettenza, presenta anche l'impossibilità di infissione delle stesse, a causa della presenza del substrato roccioso quasi affiorante.

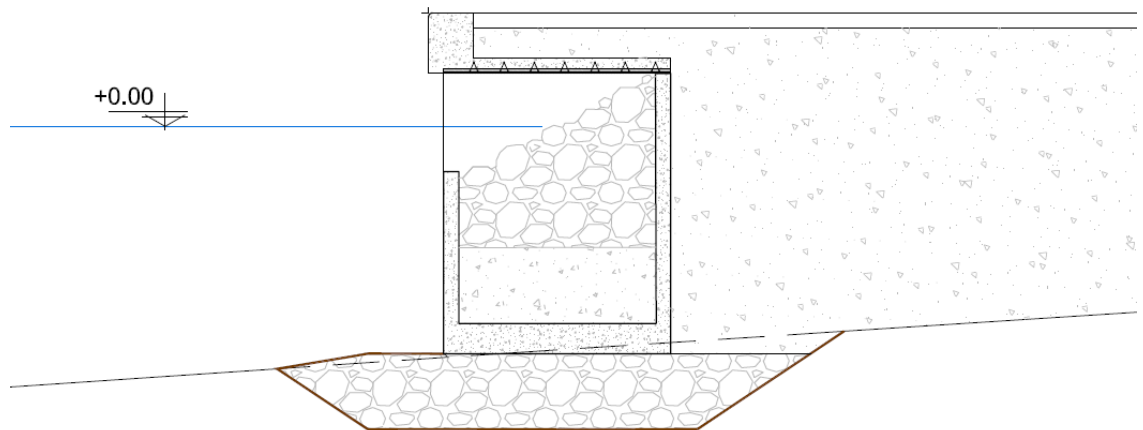
### 2.2.2 Soluzioni a giorno con sottostante scogliera

Tenuto conto della necessità di limitare al massimo la riflessione delle onde sulle nuove opere, si sono analizzate le possibili soluzioni a giorno con scogliera sottostante, che in base all'esperienza ormai consolidata garantiscono un ottimo smorzamento del moto ondoso e, tra l'altro, nel caso in esame, non alterano in modo significativo la situazione attuale nella quale è già presente la scogliera che costituisce la protezione a mare del muro di sostegno della sede ferroviaria.

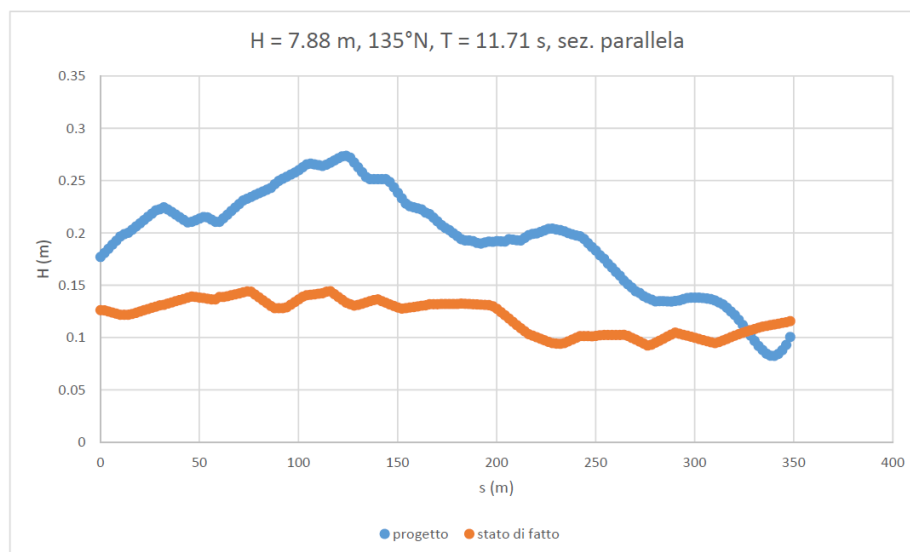
Si sono analizzate le soluzioni descritte di seguito.

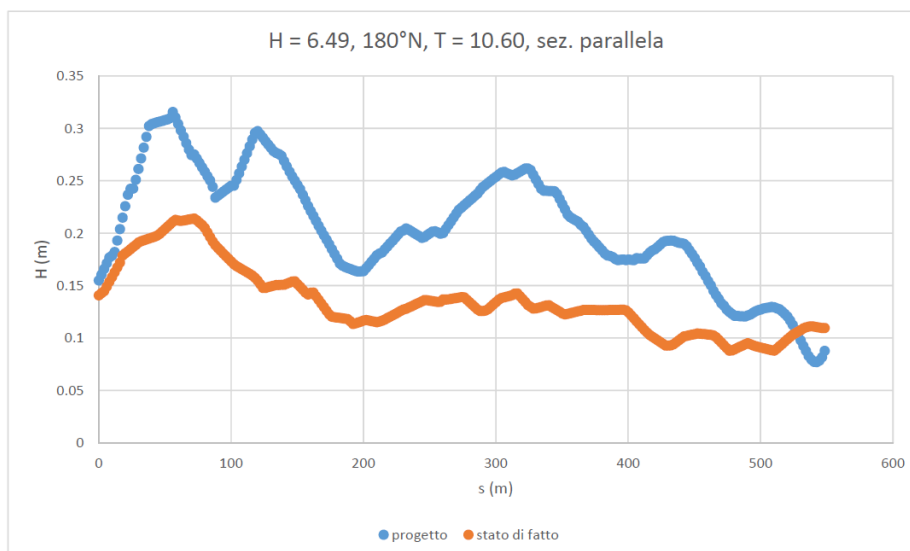
#### 1. Cassoni con camera assorbente

Questo tipo di soluzione ha il vantaggio di avere un buon comportamento nei confronti dell'assorbimento dell'energia delle onde incidenti e per tale motivo viene spesso utilizzata in ambito portuale diportistico. Dal punto di vista esecutivo è di semplice realizzazione e prevede di utilizzare cassoni prefabbricati di modeste dimensioni che, a seconda dei casi, possono essere trasportati via terra o via mare. La camera assorbente viene solitamente riempita con scogli di piccole dimensioni aventi funzione di zavorra ai fini della stabilità statica. La presenza degli scogli all'interno della camera assorbente, peraltro, non ne compromette la funzione di smorzamento del moto ondoso, offrendo una superficie molto scabra e permeabile.



In base alle analisi dell'agitazione interna effettuate su modello matematico tale soluzione, per la quale la letteratura suggerisce il valore del coefficiente di riflessione pari a circa 0,6/0,7, ha mostrato un comportamento, dal punto di vista dell'assorbimento dell'energia delle onde incidenti, non sufficientemente efficace quanto la scogliera esistente, con riferimento a quanto riportato al precedente punto 2.1.1. Infatti, dal confronto dei risultati ottenuti si è osservato un incremento, rispetto alla configurazione attuale, dell'agitazione ondosa nello specchio acqueo antistante.

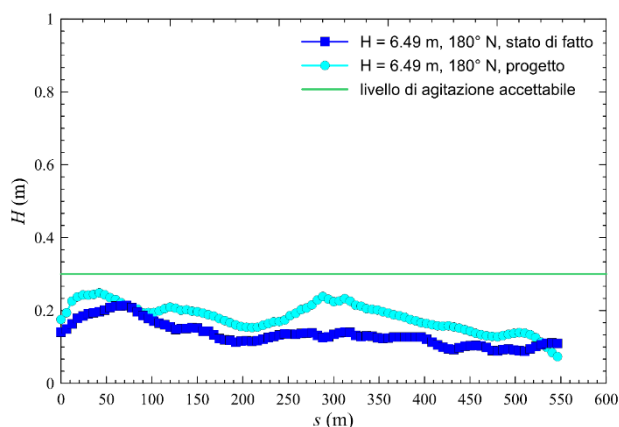




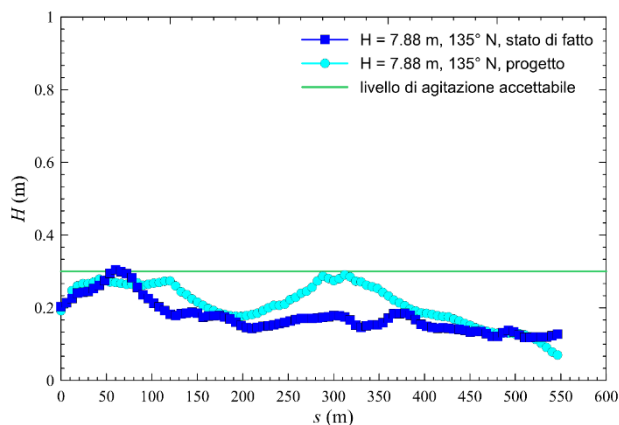
Inoltre, per quanto riguarda il trasporto di tali manufatti nella zona di posa in opera, poiché il loro peso e dimensioni non ne consentirebbero il trasporto, né tantomeno la posa in opera via terra, l'unica possibilità sarebbe quella di prevederne il trasporto in galleggiamento via mare, adottando opportuni accorgimenti per garantirne il galleggiamento, ed affondarli nel punto previsto. Ciò nonostante, il galleggiamento di tali manufatti, secondo gli standard di sicurezza necessari dettati dalle norme RINA, avrebbe comportato un'immersione non compatibile con i fondali presenti in prossimità dell'allineamento della nuova banchina.

## 2. Impalcato su pali con scogliera sottostante

Le analisi di agitazione interna effettuate su modello matematico hanno confermato che la soluzione su pali con sottostante scogliera ha un comportamento ottimale dal punto di vista dello smorzamento del moto ondoso incidente, infatti in base ai dati riportati in letteratura il coefficiente di riflettenza è pari a circa 0,4. Di seguito si riporta il confronto, in forma grafica, dei risultati ottenuti in corrispondenza dell'allineamento del nuovo banchinamento, tra lo stato attuale e lo stato di progetto.





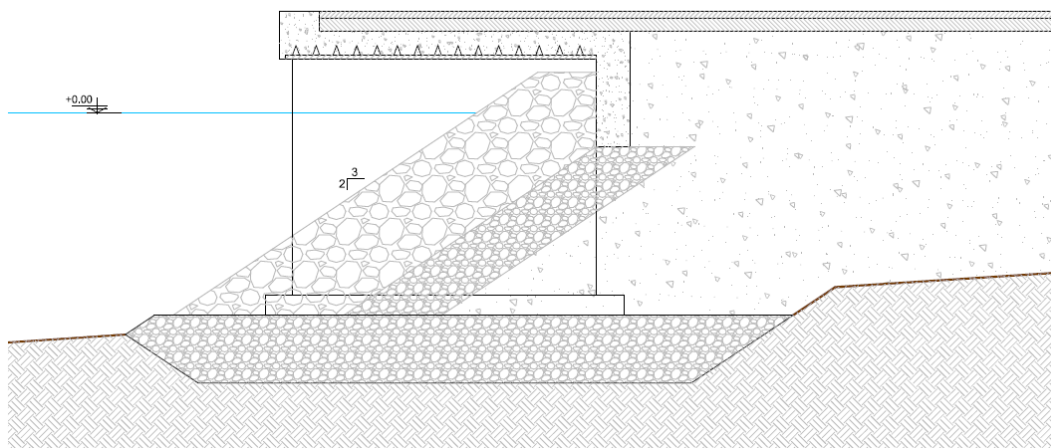


Tale tipo di soluzione, quindi, non altera le condizioni di agitazione interna attualmente presenti nello specchio acqueo ed inoltre consente una notevole velocità di esecuzione dell'impalcato, tramite l'utilizzo di elementi prefabbricati quali pulvini e lastre prefabbricate autoportanti aventi anche funzione di "cassero a perdere" per il getto in opera delle solette.

Nel caso in esame la realizzazione di pali non è assolutamente indicata, a causa della presenza del substrato roccioso quasi affiorante caratterizzato, peraltro, da notevole resistenza meccanica. Infatti, la realizzazione dei pali risulterebbe eccessivamente onerosa dal punto di vista esecutivo, con notevole allungamento dei tempi di costruzione e conseguente incremento dei costi.

### 3. Impalcato su piloni con scogliera sottostante

Questa soluzione ha sostanzialmente le stesse caratteristiche di quella su pali, tranne che per quanto riguarda le fondazioni che in questo caso possono essere, a seconda del tipo di terreno di fondazione, di tipo diretto o di tipo indiretto.



Nel caso in esame, considerate le buone caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione e della presenza del substrato roccioso molto superficiale, è stata analizzata la soluzione con fondazione di tipo diretto con piloni appoggiati su uno scanno di imbasamento in pietrame versato direttamente sul terreno naturale, previo escavo dove necessario per raggiungere la quota di appoggio delle fondazioni. Dalle analisi dell'agitazione interna al bacino portuale, eseguite su modello matematico, il comportamento nei confronti dell'assorbimento dell'energia delle onde incidenti è risultato ottimale, ed ha evidenziato che la situazione ondosa attuale non viene alterata in tutto lo specchio acqueo portuale.

### 2.3 Le soluzioni analizzate - Molo di levante

In base alle analisi di agitazione interna eseguite su modello matematico nella situazione attuale e quindi in assenza del molo di levante è risultato che nelle condizioni meteomarine più severe, pur non mutando sostanzialmente la situazione ondosa attuale, permane un'agitazione ondosa residua che può nuocere alla fruibilità degli accosti dedicati alle imbarcazioni di minori dimensioni (tale fatto viene anche lamentato dai fruitori dell'area).

Peraltro, dall'analisi di generazione delle onde di vento all'interno del bacino portuale di cui al punto 2.1.1, risultano onde caratterizzate da altezze d'onda e periodo che possono disturbare in modo significativo le imbarcazioni di dimensioni minori.

Inoltre, un ulteriore effetto è generato dalle tempeste di vento provenienti dal settore di levante, che possono essere molto intense e generare onde di vento con periodo di circa 1/1,5 s e altezza fino a 0,25 m.

Perciò, si ritiene che un ulteriore riparo a levante sia sicuramente preferibile, come peraltro già previsto nel progetto preliminare originario.

Come nel caso del nuovo banchinamento si sono analizzate varie soluzioni, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- profondità dei fondali (comprese tra circa -3 e -7 m s.l.m.m.);
- natura del terreno di fondazione con presenza del substrato roccioso molto superficiale;
- necessità di limitare al massimo la riflessione del moto ondoso interno allo specchio acqueo portuale al fine di garantire la massima fruibilità degli accosti sul lato ponente ed evitare l'incremento dell'agitazione nel canale di transito posto a levante;
- difficoltà di approvvigionamento dei materiali da costruzione a causa dell'ubicazione del cantiere;
- l'aspetto tecnico operativo riferito alla fase di costruzione;
- i tempi necessari per la costruzione;
- l'aspetto economico;
- la durabilità dell'opera

Analogamente a quanto riportato in merito alla banchina di riva, si sono analizzate le seguenti soluzioni strutturali:

- a gravità con parete verticale:
  - o cassoni,
  - o impilate di massi;
  - o palancole;
- a giorno:
  - o impalcato su pali con scogliera sottostante;
  - o impalcato su piloni con scogliera sottostante;
  - o cassoni con camera assorbente.

Per le valutazioni relative alle sopracitate soluzioni si rimanda al par. 2.2.

### 2.4 La soluzione prescelta - Banchina di riva

Sulla base delle considerazioni sopra esposte si è quindi prescelta la soluzione con impalcato a giorno su piloni con scogliera sottostante in quanto è quella che, tra tutte quelle analizzate, consente di:

- soddisfare le esigenze di assorbimento dell'energia delle onde all'interno del bacino portuale;
- poter essere realizzata via mare, utilizzando elementi prefabbricati da assemblare con getti in opera, al fine di rendere le operazioni più veloci possibile consentendo un notevole risparmio di tempo e di limitare i trasporti via terra, riducendo al massimo le interferenze con il traffico sulla viabilità cittadina;

- garantire la stabilità statica dell'opera senza dover ricorrere a particolari lavorazioni onerose in termini sia di tempo sia di spesa;
- garantire una durabilità ottimale adottando semplici accorgimenti in fase progettazione e di costruzione e, di conseguenza, non richiedere interventi di manutenzione particolarmente onerosi;

Per quanto riguarda la colmata delle aree retrostanti al banchinamento stesso, che in ogni caso sarebbe necessaria a prescindere dalla soluzione strutturale adottata per il banchinamento, essa può essere realizzata quasi completamente via mare, in parte preliminarmente alla costruzione del banchinamento e successivamente completato a fasi alternate con la costruzione del banchinamento, fino alla quota necessaria a ricavare un piazzale al quale poter accedere con i mezzi terrestri e ricavare le necessarie aree di cantiere a terra.

## 2.5 La soluzione prescelta – Molo di levante

È prevista, come peraltro già nei progetti preliminari esaminati dagli Enti competenti, la realizzazione di un molo frangiflutti a levante del nuovo porticciolo, a ulteriore protezione degli accosti rispetto ai fenomeni meteomarinari e atmosferici provenienti principalmente dalle direzioni di levante.

La configurazione proposta consente di delocalizzare l'area dedicata alle operazioni di lavaggio e manutenzione delle imbarcazioni in zona decentrata rispetto all'area turistico-ricettiva posta in radice e di ricavare una zona, lungo il molo stesso, dedicata all'utenza. Si fa presente che tale necessità era già emersa durante gli incontri preliminari con i funzionari del Settore Tutela del Paesaggio, Demanio Marittimo e Attività Estrattive della Regione Liguria.

Il molo è stato previsto accessibile ai mezzi per il trasporto delle imbarcazioni al fine di raggiungere la zona dello scalo di alaggio e pertanto la sua sommità è stata dimensionata in modo tale da poter ospitare, oltre al muro paraonde lungo il lato levante, anche una strada di sufficiente larghezza.

Le dimensioni in pianta della testata sono state determinate in modo da consentire le manovre di inversione di marcia dei mezzi di trasporto che possono accedere allo scalo di alaggio.

Per quanto riguarda il primo tratto compreso tra la radice e circa metà del braccio a mare, le motivazioni che hanno portato alla scelta della soluzione con impalcato a giorno su piloni sono esattamente le stesse già rappresentate per quanto riguarda il nuovo banchinamento di riva e sono finalizzate a dare continuità all'opera.

Nel secondo tratto del molo, al fine di realizzare lo scalo di alaggio, e nella zona di testata, si è scelta una soluzione a gravità con parete verticale realizzata con impilate di massi prefabbricati in calcestruzzo che consente un agevole raccordo di tutte le parti a quota variabile. Anche in questo caso, è stata valutata la possibilità di realizzare i banchinamenti con cassoncini con camera assorbente, ma per i già esposti problemi di trasporto dei manufatti, si è ritenuto più conveniente ricorrere all'utilizzo di massi parallelepipedi prefabbricati studiati con dimensioni tali da poter essere agevolmente trasportati e posati via mare e quindi collocati in continuità lungo il fronte di banchina senza la necessità di realizzare molteplici tipologie da adattare alle varie situazioni (raccordi, variazioni di quota nella rampa di alaggio, variazioni di quota d'appoggio, ecc.).

Per quanto riguarda la riflettenza delle pareti verticali, si rileva che i tratti interessati dalla loro presenza sono limitati allo scalo di alaggio e alla testata, in zone non direttamente interessate dai nuovi accosti.

Le dimensioni delle scogliere di protezione, soprattutto nella zona della testata del molo, sono il naturale risultato della necessità di raccordare il livello del piano di imposta delle fondazioni delle strutture con i fondali via via crescenti verso il largo, con pendenze delle scarpate che ne garantiscano la stabilità statica, oltre che dinamica legata all'agitazione ondososa incidente.

### 3 DESCRIZIONE DELLE NUOVE OPERE

#### 3.1 Nuovi banchinamenti

La tipologia strutturale dei banchinamenti è stata adottata in base alle risultanze di cui alle indagini meteomarine che sono state condotte tenendo conto di varie configurazioni strutturali volte a scegliere la soluzione che assicurasse il mantenimento delle attuali condizioni di riflettenza del fronte a mare.

Il banchinamento lungo il fronte sottostante la ferrovia è previsto di tipo “a giorno” con scogliera sottostante, che assicura quanto in premessa.

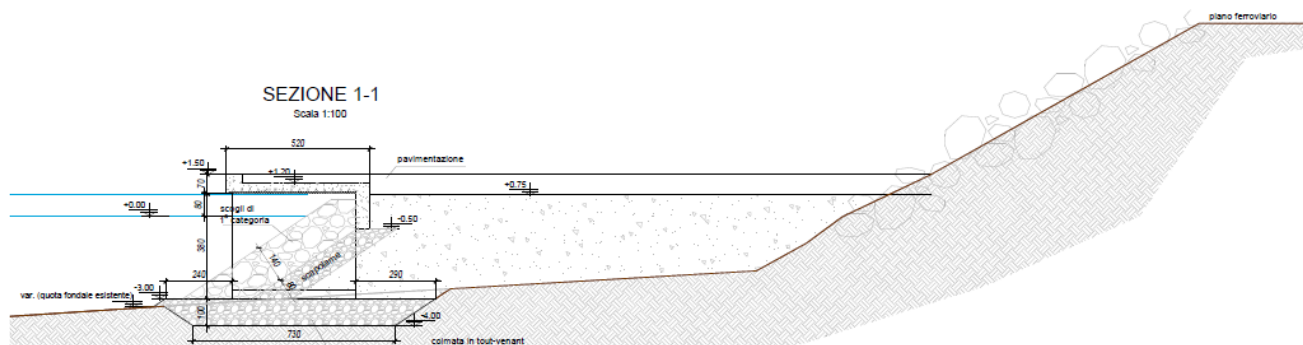


Figura 1 Sezione tipica del nuovo banchinamento

La struttura sarà costituita da un impalcato in calcestruzzo armato appoggiato su piloni, anch'essi in c.a., con fondazione diretta imbasata alla quota -3,00 m s.l.m.m.

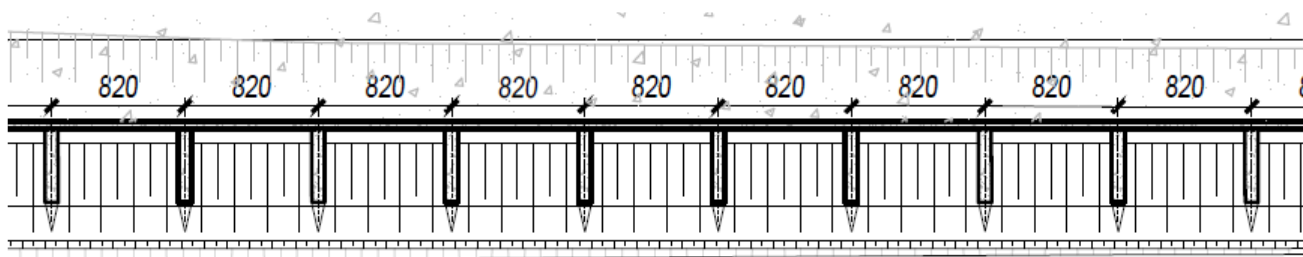


Figura 2 Stralcio pianta corrente infrastrutture di banchina

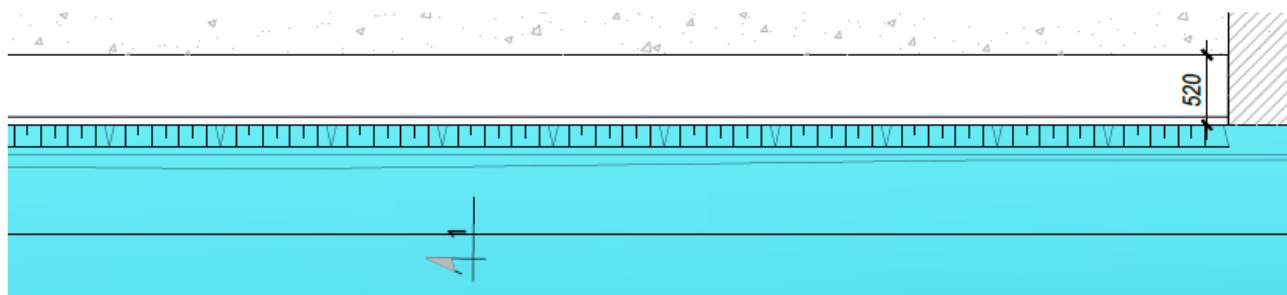


Figura 3 Stralcio pianta corrente impalcato banchina

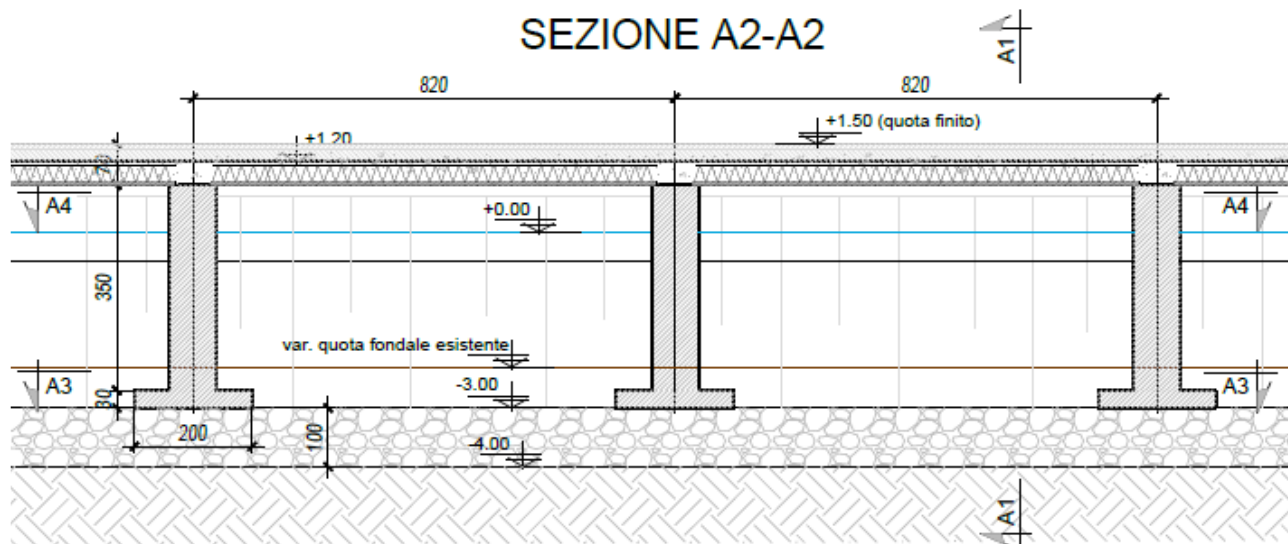


Figura 4 Stralcio sezione longitudinale della banchina

La larghezza dell'impalcato è prevista di 5,20 m in modo tale da consentire la realizzazione di una scogliera al di sotto dello stesso con pendenza di 1/1,5 ed ottenere in corrispondenza del filo banchina una profondità di almeno 2 m.

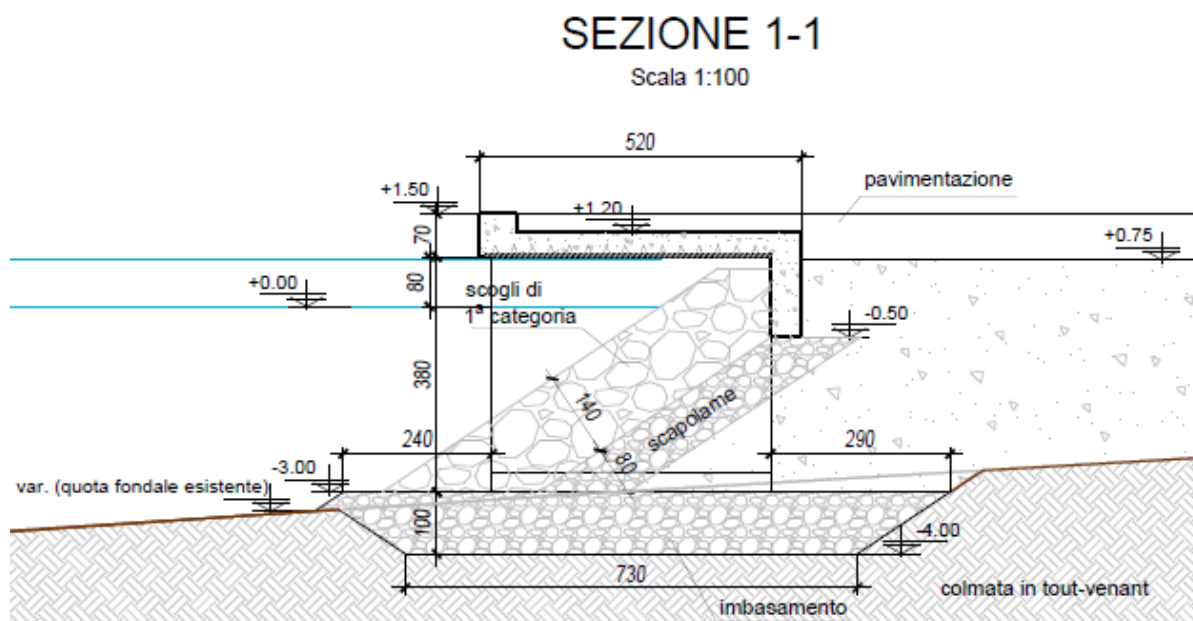


Figura 5 Sezione della nuova struttura di banchina

I piloni, previsti prefabbricati con sezione rettangolare di dimensioni 80 x 450 cm ed altezza dallo spiccato della fondazione pari a 3,50 m, saranno disposti ad interasse di 8,20 m. Tali manufatti saranno provvisti di un plinto di fondazione di dimensioni in pianta 200 x 450 cm e spessore 30 cm.

Per la costruzione dell'impalcato, di spessore complessivo 40 cm, è previsto l'utilizzo di lastre tralicciate autoportanti tipo Baustrada che avranno la funzione di sostenere, in fase di costruzione, il getto in opera del calcestruzzo di completamento. Lungo il bordo lato mare dell'impalcato è previsto un cordolo di contenimento

della pavimentazione che verrà realizzata all'estradosso della struttura. Tenuto conto che la fascia di banchina è interessata soltanto dal traffico pedonale, l'impalcato è progettato per il carico pedonale pari a  $5 \text{ kN/m}^2$  ( $500 \text{ kg/m}^2$ ).

A tergo del banchinamento è prevista la realizzazione di una colmata con materiale arido di cava fino alla quota  $+0,75 \text{ m s.l.m.m.}$  sulla quale verranno realizzate le pavimentazioni, le opere di distribuzione impiantistica, gli scarichi e le opere civili di servizio.

La scogliera di protezione al di sotto dell'impalcato è prevista realizzata con scogli naturali di I categoria (peso da 50 a 1.000 kg) con caratteristiche conformi ai requisiti ambientali della Regione Liguria.

### 3.2 Molo di levante

Il nuovo molo previsto a levante del nuovo porticciolo, che assicura valori di riflettanza compatibili con quelli attuali, oltre che rappresentare un completamento ed un confine dell'infrastruttura, ha la funzione di proteggere lo specchio acqueo dalla pur modesta residua penetrazione ondosa proveniente dall'imboccatura lato Pegli.

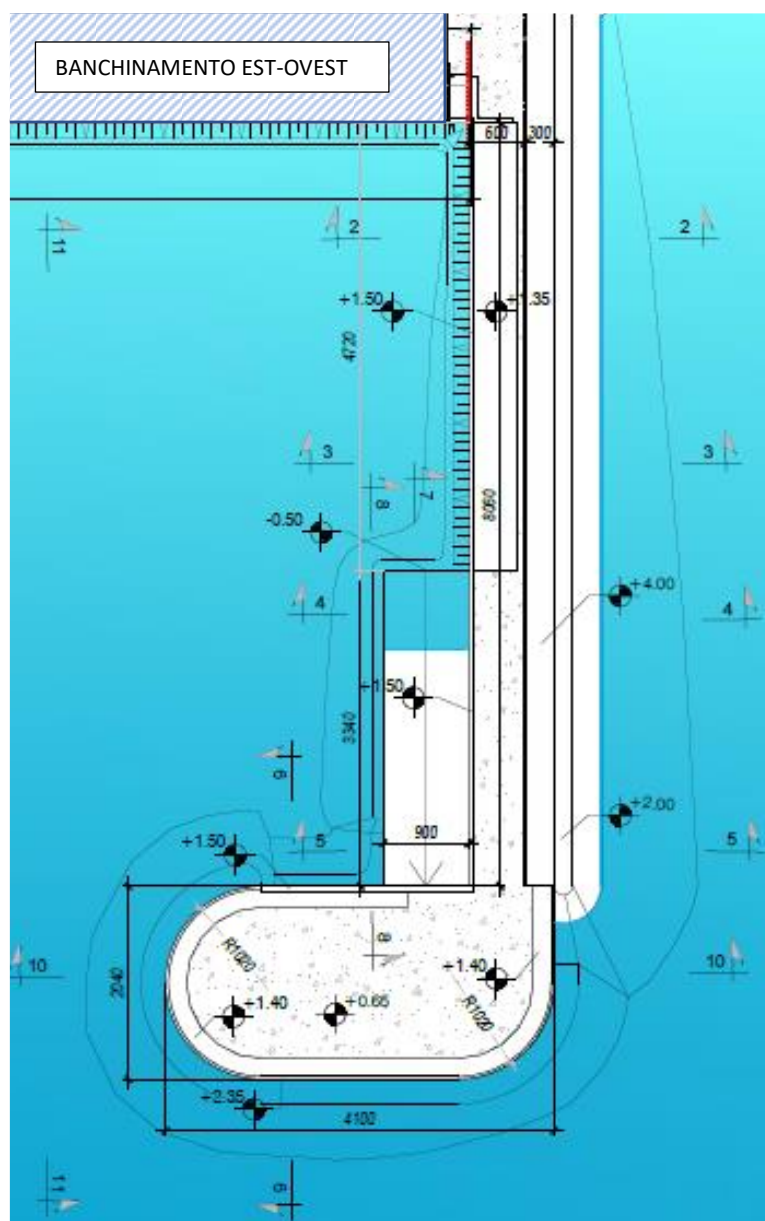


Figura 6 Pianta all'estradosso delle strutture del molo

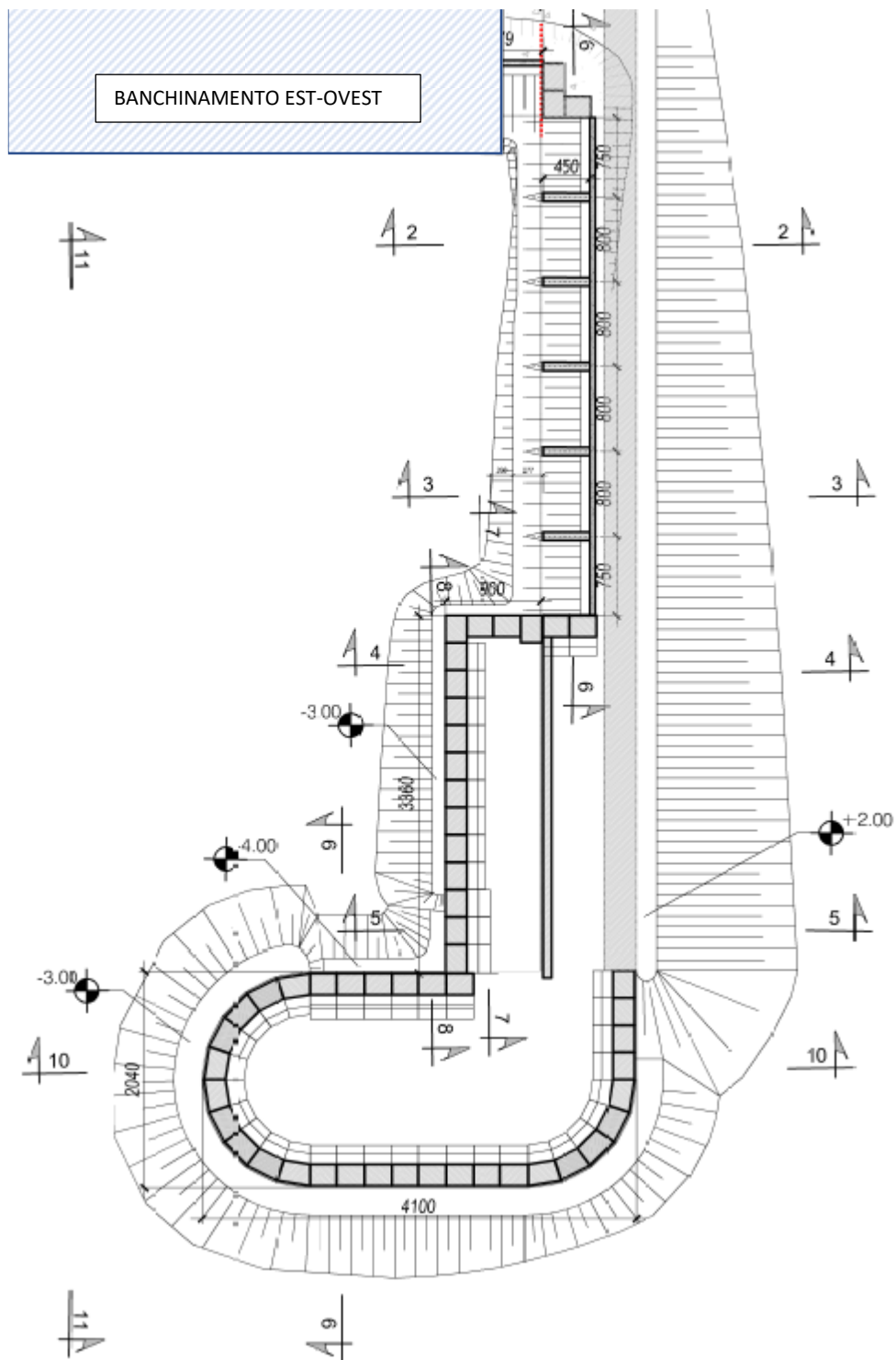


Figura 7 Pianta delle infrastrutture del molo

Il tratto rettilineo in radice, che si raccorda con le nuove aree previste a terra, sarà costituito da un'opera di tipo "a gettata" ed avrà la sezione tipica rappresentata in Figura 8.



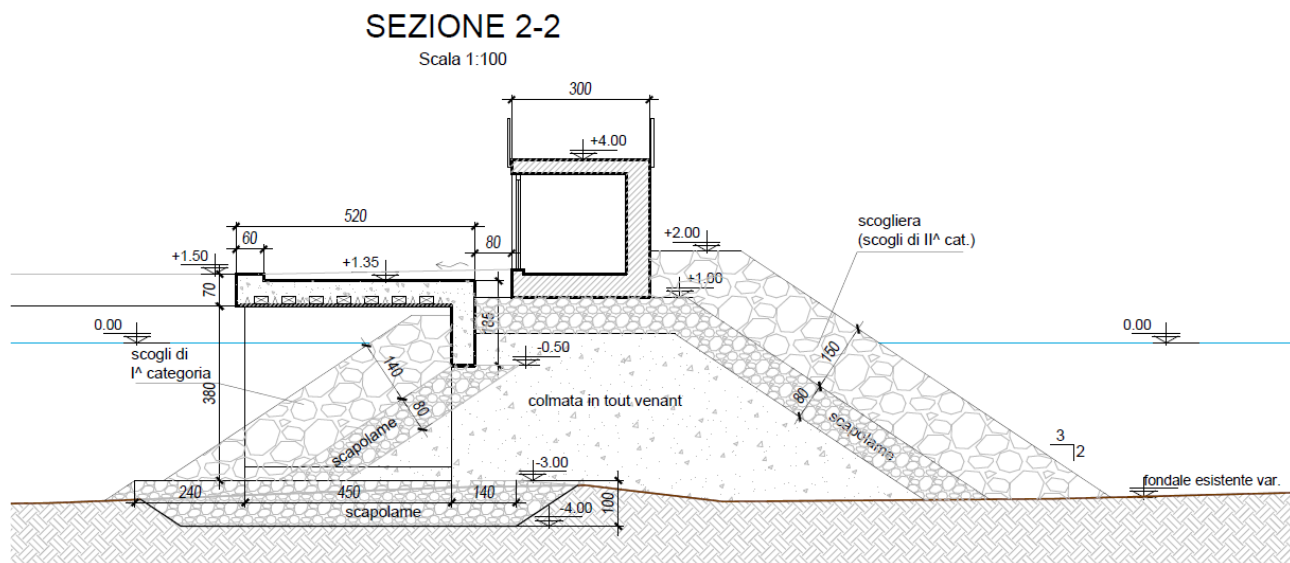


Figura 8 Sezione tipica del molo nel tratto in radice

Il corpo del molo sarà costituito da un nucleo in tout-venant di cava rivestito, lato levante, da uno strato in scapolame protetto, a sua volta, da una mantellata in massi naturali di II categoria (peso da 1.000 a 3.000 kg), con le caratteristiche ambientali necessarie.

La sovrastruttura lato levante, che idealmente ricorda il muro paraonde dell'opera esistente, è stata prevista in modo da poter essere utilizzata per ricavare piccoli locali da adibire a ricovero di attrezzature nautiche a servizio dei diportisti.

Lungo il lato ponente, interno al porticciolo, è prevista la costruzione di un banchinamento "a giorno" della stessa tipologia di quello previsto al di sotto della ferrovia, anch'esso con scogliera sottostante.

I piloni, analoghi a quelli della banchina parallela alla ferrovia, sono previsti disposti ad interasse di 8 m.

L'impalcato, in questo caso, è previsto carrabile per consentire l'accesso alla testata del molo ai mezzi e pertanto calcolato per un carico di tipo stradale assunto pari a  $20 \text{ kN/m}^2$  ( $2 \text{ t/m}^2$ ). Le modalità costruttive dell'impalcato saranno le medesime di quelle già descritte per il banchinamento parallelo alla ferrovia. In questo caso la struttura finita avrà spessore pari a 60 cm e sarà di tipo alleggerito con pannelli di polistirolo.

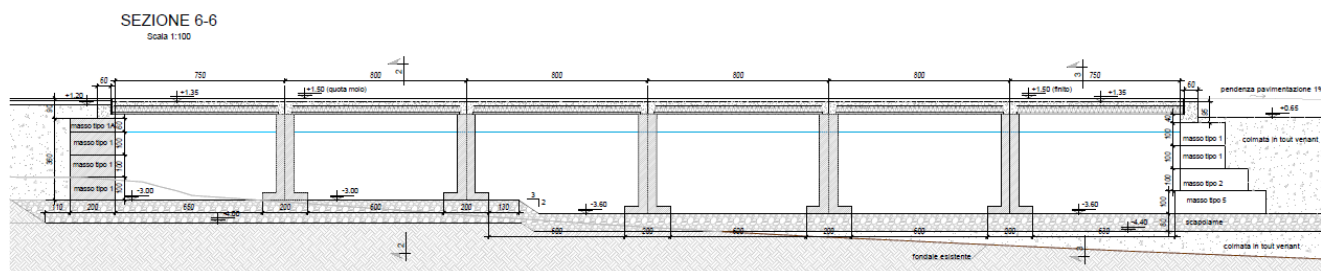


Figura 9 Sezione longitudinale impalcato in radice del molo

La scogliera sottostante l'impalcato sarà realizzata in modo analogo a quella sottostante il banchinamento parallelo alla ferrovia, composta da nucleo e protezione di massi naturali.

In corrispondenza della testata del molo è prevista la costruzione di un piazzale della superficie di circa 745 mq dal quale si diparte, verso l'interno del bacino portuale, uno scalo di alaggio con direzione parallela alla strada di accesso prevista sul molo stesso.



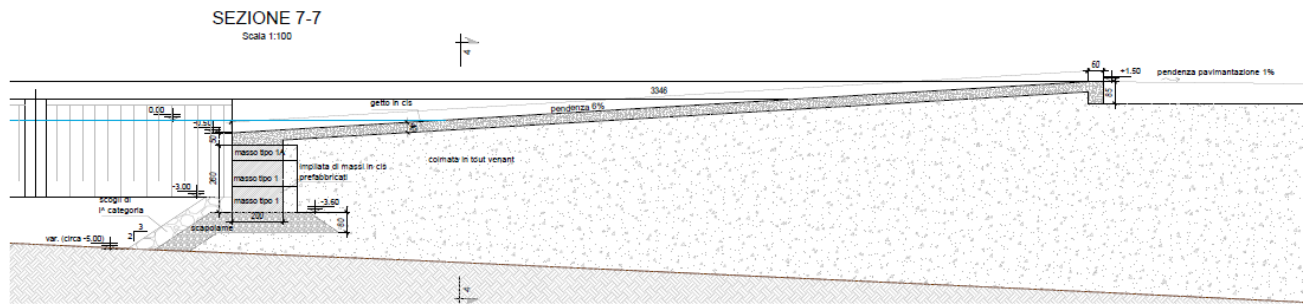
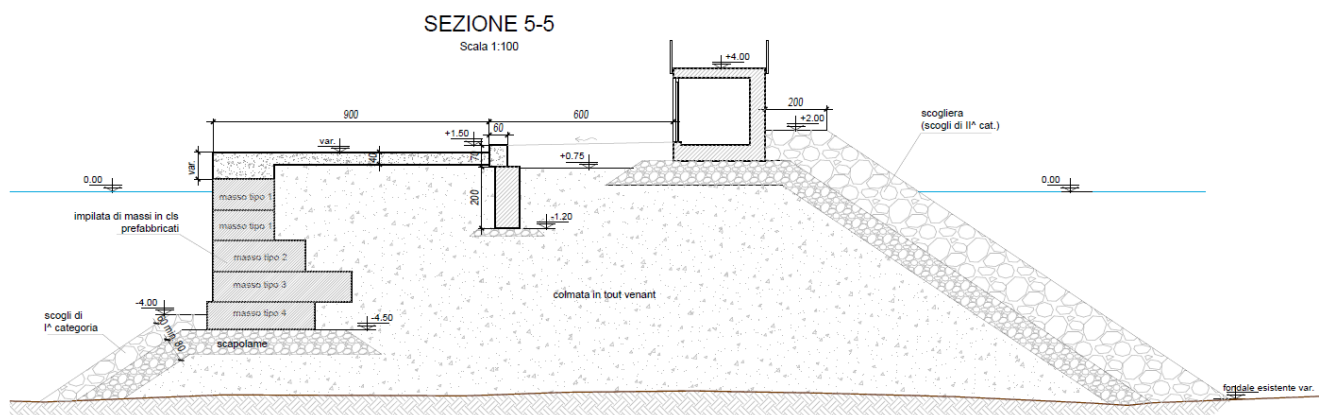
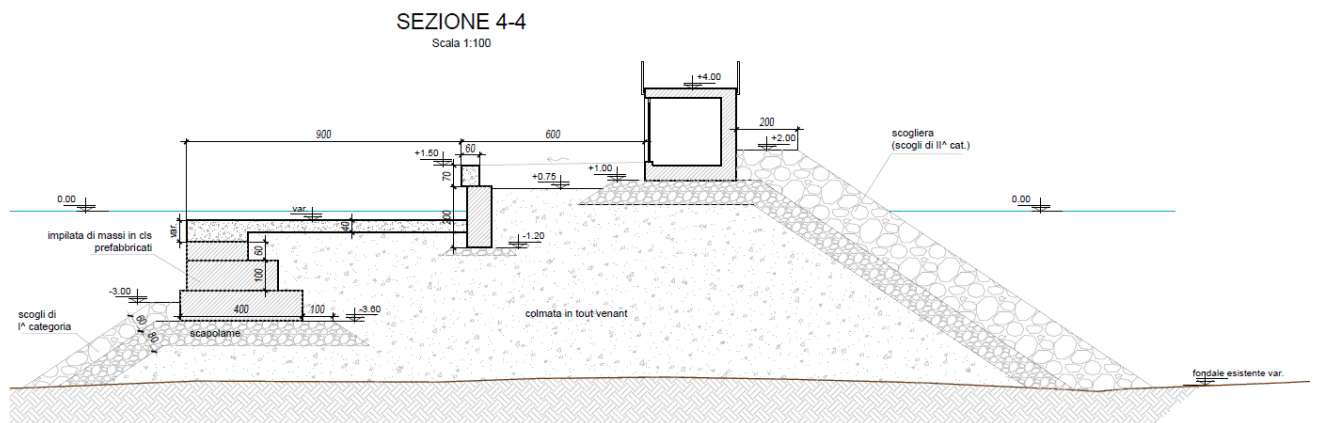


Figura 10 Sezione longitudinale dello scalo di alaggio

Il perimetro del fronte interno e della testata costituente il muro di banchina sarà realizzato con muri di contenimento realizzati con impilate di massi ciclopici in calcestruzzo prefabbricati, sulla cui sommità verrà realizzata una sovrastruttura in calcestruzzo armato gettata in opera.



Il piazzale di testata sarà delimitato lungo tutto il perimetro da un parapetto in calcestruzzo armato, al fine di evitare il pericolo di caduta in mare delle persone e dei mezzi in transito.

Nel sottosuolo del piazzale è prevista una vasca per il trattamento delle acque di prima pioggia di volume utile pari a 5 mc, interrata con relativi pozzetti di collegamento alla rete di drenaggio.

## SEZIONE 9-9

Scala 1:100

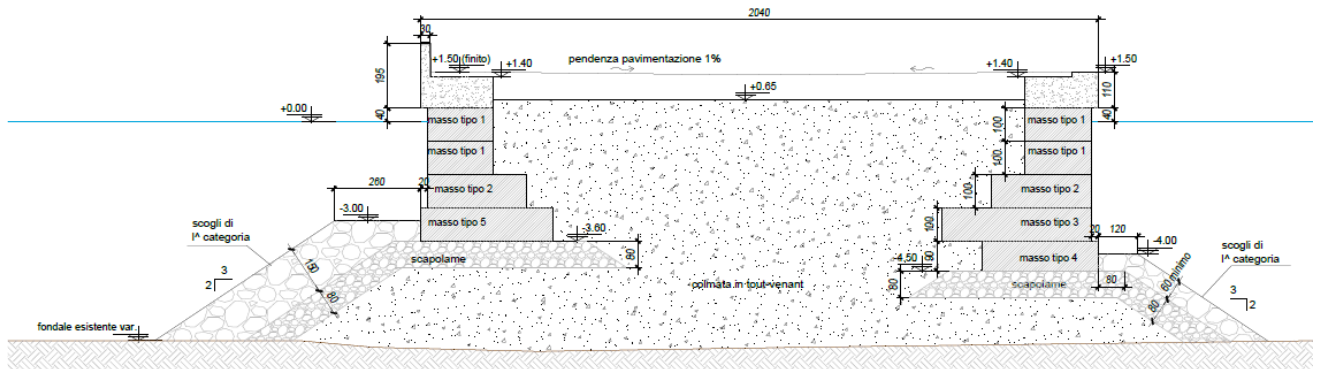


Figura 11 Sezione trasversale della testata del molo

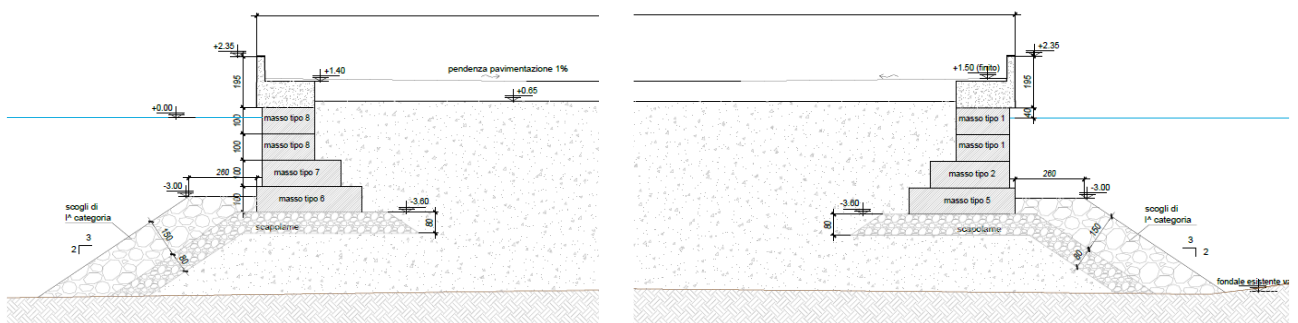


Figura 12 Sezione longitudinale della testata del molo (sezione interrotta in mezzeria)

### 3.3 Pontili galleggianti

Per l'ormeggio delle imbarcazioni è prevista l'installazione di tre gruppi di pontili galleggianti collegati a terra tramite pontili di accesso, anch'essi galleggianti, come mostrato nello schema tipico riportato di seguito (per la planimetria di assieme si veda la tavola di progetto D-OM-PR-T-12-0).

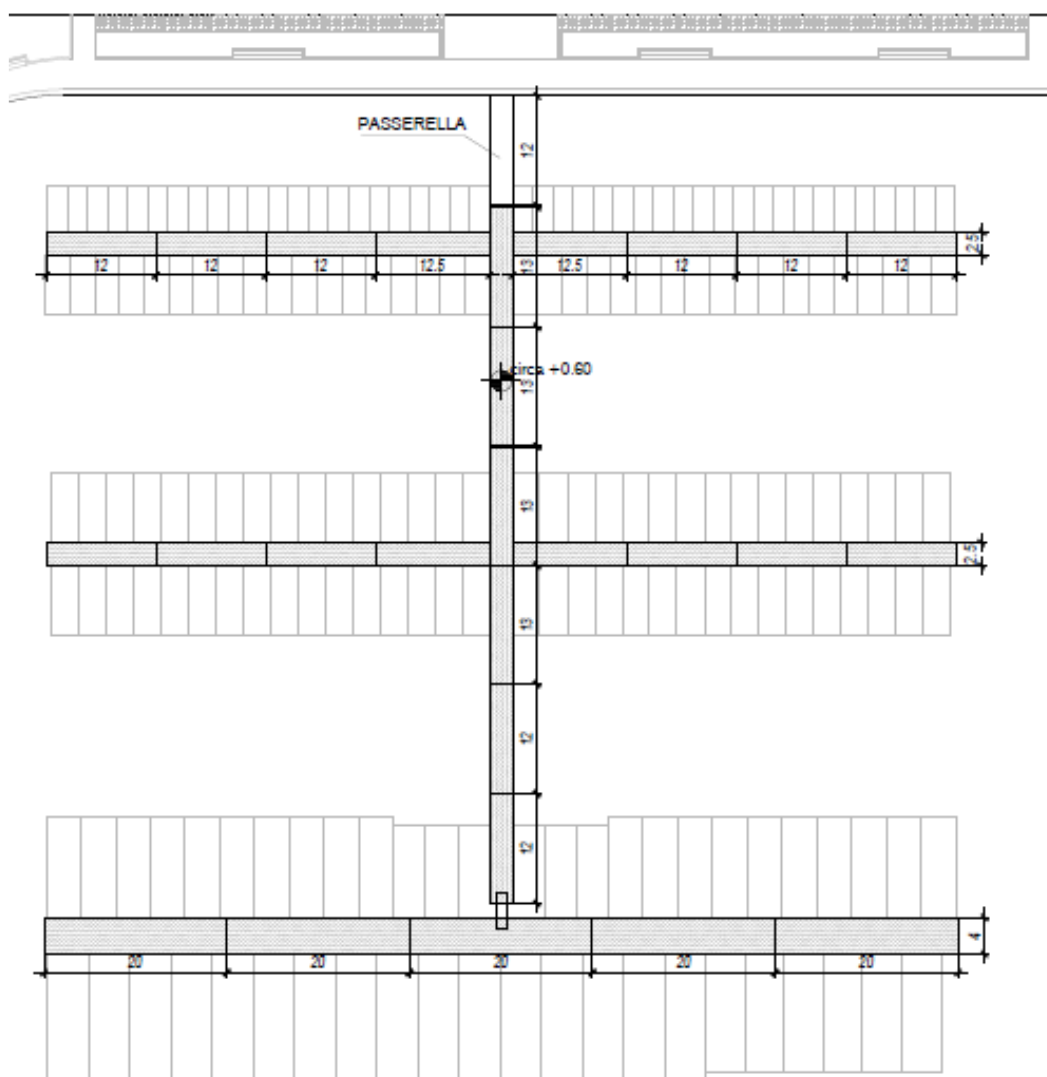


Figura 13 Schema di installazione moduli galleggianti

I pontili più esterni saranno del tipo frangiflutti, al fine di mitigare ulteriormente l'agitazione ondosa residua nello specchio acqueo destinato all'ormeggio delle imbarcazioni.

La discesa dal piano banchina a terra verso i pontili di accesso avverrà tramite apposite passerelle (una per ciascun settore).

I pontili saranno costituiti da moduli prefabbricati galleggianti aventi le seguenti larghezze:

- 4 m i pontili esterni (ormeggio e frangiflutti)
- 2,50 i pontili di ormeggio interni e i pontili di accesso

#### 01.1.4 Caratteristiche dei pontili galleggianti

Esistono in commercio diverse tipologie di moduli galleggianti, ma ai fini del presente intervento si è scelta la tipologia di pontile galleggiante discontinuo standard con le seguenti caratteristiche:

- telai: in acciaio zincato, zincato e verniciato, o in lega di alluminio;
- elementi galleggianti: in calcestruzzo o polietilene stampato in rotazionale, entrambi con anima in polistirene espanso;
- finitura coperta: in legni duri esotici o materiali compositi.

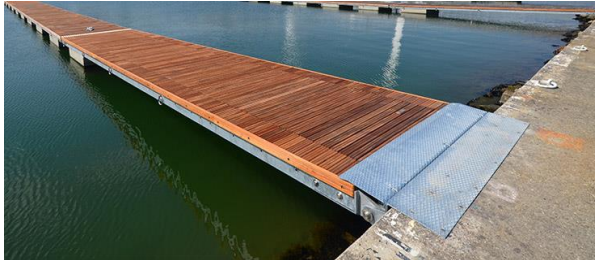


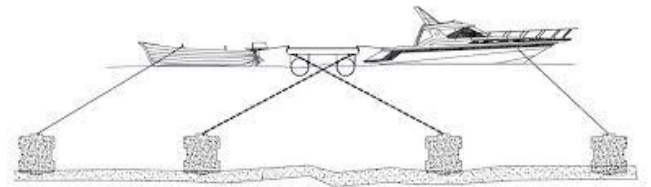
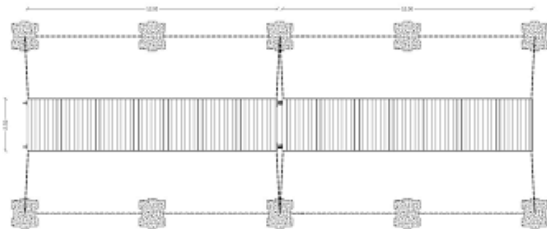
Figura 14 Esempi di passerelle



Figura 15 Esempi di pontile modulare con galleggianti in calcestruzzo

#### 01.1.5 Sistema di ancoraggio ed ormeggio

L'ancoraggio dei moduli galleggianti sarà realizzato tramite catene di opportune caratteristiche dimensionali ancorate a "corpi morti" costituiti da elementi prefabbricati in calcestruzzo di peso sufficiente a garantire la stabilità allo scorrimento nei confronti del carico indotto dall'azione del vento sulle imbarcazioni e trasmesso agli ormeggi. Il sistema di ancoraggio e di ormeggio può essere disposto secondo diversi schemi, a seconda delle necessità, dei quali si riportano solo alcuni esempi nelle figure che seguono.



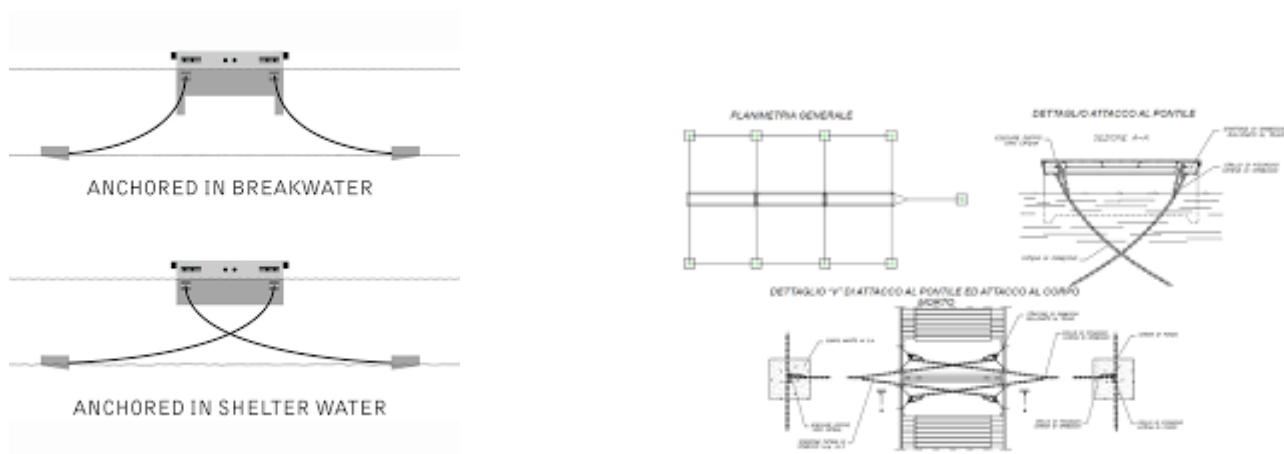


Figura 16 Alcuni esempi di schemi di ancoraggio ed ormeggio

Ai fini del progetto dei “corpi morti” si tiene conto delle condizioni di vento nell’area di interesse, delle superficie delle imbarcazioni investite dal vento e delle condizioni di moto ondoso, in particolare per quanto riguarda i pontili con funzione anche di frangiflutti.

In questa fase progettuale è stato effettuato un predimensionamento di massima dei corpi morti e delle catene di ancoraggio sulla base dei parametri indicati di seguito, mentre la progettazione esecutiva di dettaglio sarà sviluppata dal fornitore.

I parametri assunti per la progettazione di massima sono i seguenti:

- Velocità del vento (raffica)  $v = 100 \text{ m/s}$

#### 4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Considerata l'inaccessibilità ai luoghi nello stato di fatto, tutti i lavori necessari per la realizzazione delle opere marittime, che saranno comunque propedeutiche alla realizzazione di tutte le opere a terra, sono previsti, ove possibile, realizzati da mare tramite pontoni opportunamente attrezzati ed eventuali altri mezzi marittimi.

Considerata l'ubicazione dell'area di intervento all'interno del bacino portuale di Voltri-Pegli e quindi in ambito molto ben protetto dalla diga foranea nei confronti delle mareggiate, le operazioni non presenteranno certamente particolari difficoltà. In particolar modo nel tratto interessato dal nuovo banchinamento sottostante la ferrovia, dove i fondali sono limitati (minori di 3 m) dovranno essere utilizzati mezzi marittimi di adeguato pescaggio.

Per quanto riguarda in particolare i getti del calcestruzzo di completamento degli impalcati sarà necessario realizzare una viabilità provvisoria a levante con relativa area di cantiere in corrispondenza della radice del nuovo molo, per consentire il raggiungimento delle zone di getto od eventualmente l'installazione di un adeguato impianto di betonaggio.



Circular stamp: DOTT. ING. BRUNO BALLERINI N° 3052. Below the stamp is a handwritten signature.



Circular stamp: DOTT. ING. ENRICO BALLERINI N° 6701. Below the stamp is a handwritten signature.