

PROGETTO NUMERO

**P.808 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**

TITOLO PROGETTO

**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA DIGA DI VADO LIGURE  
SECONDA FASE**

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	DISEGNATO
<b>0</b>	<b>AGO. 2023</b>	<b>PRIMA EMISSIONE</b>	<b>MAS</b>	

N.	TITOLO ELABORATO	SCALA
<b>Rel.Spe.006</b>	<b>Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti</b>	

NOME FILE

**P808\_Rel.Spe.006\_PianManut.pdf**

PROGETTISTI INTERNI

COLLABORATORI ESTERNI

**Progettista responsabile:** **Ing. Filippo Serafini**  
*Ordine ingegneri SV nr. 1622A*

**Progettisti interni:** **Ing. Massimiliano Sanna**  
*Ordine ingegneri GE nr. 9366A*  
**Ing. Matteo Vinci**  
*Ordine ingegneri RC nr. 2562A*  
**Geom. Mattia Del Cielo**

PROGETTISTA RESPONSABILE	VALIDATO R.U.P.	VISTO DIRETTORE
<b>ing. Filippo Serafini</b> <small>[firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs n. 82/2005 e s.m.i.]</small>	<b>ing. Susanna Pelizza</b> <small>[firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs n. 82/2005 e s.m.i.]</small>	<b>Geol. Giuseppe Canepa</b> <small>[firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs n. 82/2005 e s.m.i.]</small>

## Indice

<b>1</b>	<b>Premessa</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Descrizione delle opere di progetto</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Manuale d'uso e di manutenzione</b>	<b>3</b>
3.1	<i>Manuale d'uso</i>	3
3.2	<i>Manuale di manutenzione</i>	4
3.2.1	Risorse necessarie per controlli e manutenzione	4
3.2.2	Livello minimo di prestazioni	4
3.2.3	Anomalie riscontrabili	4
3.2.4	Manutenzioni eseguibili direttamente dal Costruttore	4
3.2.5	Manutenzioni eseguibili da personale specializzato	4
3.3	<i>Programma di manutenzione</i>	4
3.3.1	Sottoprogramma delle prestazioni	5
3.3.2	Sottoprogramma dei controlli	5
3.3.3	Sottoprogramma degli interventi	5
<b>4</b>	<b>Schede delle opere e programmi dei controlli e delle manutenzioni</b>	<b>5</b>
4.1	<i>Normativa di riferimento delle opere in c.a.</i>	5
4.2	<i>Scanno d'imbasamento</i>	6
4.2.1	Requisiti e prestazioni	6
4.2.2	Controlli dello scanno d'imbasamento	6
4.2.3	Anomalie riscontrabili	7
4.2.4	Manutenzioni	9
4.3	<i>Massi naturali delle scogliere</i>	9
4.3.1	Requisiti e prestazioni	10
4.3.2	Controlli	10
4.3.3	Anomalie riscontrabili	11
4.3.4	Manutenzioni	13
4.4	<i>Cassoni cellulari prefabbricati in c.a.</i>	13
4.4.1	Requisiti e prestazioni	14
4.4.2	Controlli	14
4.4.3	Anomalie riscontrabili	15
4.4.4	Manutenzioni	16
4.5	<i>Serraglia in c.a.</i>	17
4.5.1	Requisiti e prestazioni	17
4.5.2	Controlli	17
4.5.3	Anomalie riscontrabili	18
4.5.4	Manutenzioni	20
4.6	<i>Massi guardiani in c.a.</i>	20
4.6.1	Requisiti e prestazioni	21
4.6.2	Controlli	21
4.6.3	Anomalie riscontrabili	21
4.6.4	Manutenzioni	23
4.7	<i>Sovrastruttura in c.a.</i>	23

4.7.1	Requisiti e prestazioni	23
4.7.2	Controlli	24
4.7.3	Anomalie riscontrabili	24
4.7.4	Manutenzioni	26
<b>4.8</b>	<b><i>Parabordi trapezoidali</i></b>	<b>26</b>
4.8.1	Requisiti e prestazioni	26
4.8.2	Controlli	27
4.8.3	Anomalie riscontrabili	27
4.8.4	Manutenzioni	28
<b>4.9</b>	<b><i>Bitte d'ormeggio</i></b>	<b>28</b>
4.9.1	Requisiti e prestazioni	28
4.9.2	Controlli	29
4.9.3	Anomalie riscontrabili	29
4.9.4	Manutenzioni	30
<b>4.10</b>	<b><i>Fanale marittimo</i></b>	<b>30</b>

## **1 Premessa**

Il presente documento è posto a corredo del Progetto di fattibilità tecnico-economica relativo alla realizzazione della nuova diga di Vado Ligure – seconda fase (P.808), ai sensi e per gli effetti dell'art. 21, comma 2, lett. b) di cui all'Allegato I.7 al D. Lgs n. 36 del 31/03/2023.

Tale documento è stato redatto in conformità all'art. 38 del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i. e potrà essere oggetto d'integrazione per effetto dell'art. 24, comma 1, dell'Allegato I.7 di cui al D. Lgs n. 36 del 31/03/2023.

In riferimento a quanto prescritto dal D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., il presente elaborato comprende:

- il manuale d'uso;
- il manuale di manutenzione;
- il programma di manutenzione.

Il presente documento definisce, le azioni necessarie per il monitoraggio e la manutenzione dell'opera e dei singoli elementi che compongono l'opera da realizzare, in modo da mantenerne nel tempo la funzionalità, l'efficienza ed il valore economico.

Il presente elaborato potrà essere integrato anche nell'ambito della progettazione esecutiva e riporterà in allegato la documentazione di cui alla fase progettuale appena citata.

## **2 Descrizione delle opere di progetto**

Il progetto prevede la realizzazione del prolungamento di circa 228 m del tratto della nuova diga foranea eseguita nell'ambito della fase esecutiva n. 1 (riferimento P.742 "Realizzazione della nuova diga di Vado Ligure – prima fase"), per raggiungere uno sviluppo complessivo dell'opera foranea pari a circa 690 m.

L'estensione della diga eseguita in fase n. 2 insisterà su fondali la cui profondità varierà all'incirca dai -44 m s.l.m.m. ai -49 m s.l.m.m., secondo un assetto longitudinale dell'infrastruttura che segue il naturale profilo batimetrico del fondale.

L'esecuzione dell'opera di difesa scaturisce dalla necessità di preservare il bacino portuale di Vado Ligure dagli effetti dovuti alla riflessione del moto ondoso incidente sulla struttura della piattaforma multipurpose, conferendo allo specchio acqueo interno un rilevante miglioramento delle condizioni d'agitazione, rispetto allo stato di moto pregresso alla costruzione della nuova opera foranea. Inoltre, la prevista configurazione della diga consente d'incrementare, rispetto alla configurazione pregressa, la superficie degli specchi acquei portuali difesi dall'azione del moto ondoso incidente.

La parte di diga trattata sarà composta da un imbasamento realizzato con materiale inerte tout-venant di pezzatura 0 ÷ 500 Kg protetto in sommità fino alla quota massima di circa -30 m s.l.m.m. da scogliere di massi naturali di II e III categoria (la collocazione di questi ultimi è prevista a protezione dello scanno), da cassoni cellulari di tipologia D e C, nonché da massi guardiani disposti al piede lato mare dei cassoni e da una serraglia a completamento della sezione di testata. In sommità ai cassoni vi è la realizzazione della sovrastruttura dell'opera foranea costituita dalla rispettiva base e dal muro paraonde, nonché l'installazione degli arredi di banchina (bitte caratterizzate da un tiro nominale di 100 t e parabordi trapezoidali) disponibili in caso di necessità d'ormeggio a tergo della diga e del fanale rosso di segnalamento marittimo in testata alla struttura. La formazione del tratto in fase n. 2 comporta il recupero con riposizionamento di un cassone cellulare prefabbricato di tipo D, precedentemente collocato in testata alla porzione di diga realizzata in fase n. 1, nonché la costruzione di n. 8

nuovi cassoni cellulari di tipo C da collocare progressivamente in sequenza rispetto a quello di tipo D appena citato.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche dei cassoni cellulari prefabbricati C e D impiegati nell'ambito della formazione del tratto di diga oggetto di progettazione:

- Cassoni di tipo C: n. 8 cassoni di nuova realizzazione (colore verde in Fig. 7.2) con le seguenti dimensioni: 22 m di larghezza del fusto, 31,10 m di lunghezza e 26,50 m di altezza totale (compresa la soletta di base); essi sono fondati a -25,50 m s.l.m.m. sulla sommità dello scanno in tout-venant. L'estradosso della soletta in calcestruzzo che costituisce la sovrastruttura è posto a +2,5 m s.l.m.m. e la quota sommitale del muro paraonde è a quota +7 m s.l.m.m.. I cassoni saranno riempiti interamente con materiale granulare proveniente da cave o se disponibile da apporti spontanei.
- Cassone di tipo D: n. 1 cassone esistente alla radice della porzione eseguita in fase n. 2, ruotato rispetto all'assetto assunto dal medesimo elemento prefabbricato nell'ambito della fase realizzativa n. 1. Tale cassone cellulare è contraddistinto dalle seguenti dimensioni: 19 m di larghezza del fusto, 30,2 m di lunghezza e 20,5 m di altezza complessiva (compresa la soletta alla base); esso è imbasato a -19,50 m s.l.m.m. sulla sommità dello scanno in tout-venant. L'estradosso della soletta in calcestruzzo che costituisce la sovrastruttura di base è situato a +2,5 m s.l.m.m., mentre la sommità del rispettivo muro paraonde è posta a quota +7 m s.l.m.m.. Il cassone sarà riempito interamente da materiale inerte sciolto quando collocato con la sola funzione di elemento di testata nell'ambito della realizzazione del tratto in fase n. 1 (riferimento al progetto P. 742 "Realizzazione della nuova diga di Vado Ligure – prima fase"), mentre il medesimo cassone di tipo D sarà riempito in parte con materiale granulare (15%) e in parte con calcestruzzo (85%), quando posizionato definitivamente in assetto allineato allo sviluppo longitudinale della nuova diga, con funzione di collegamento tra i due tratti d'infrastruttura realizzati in fase n. 1 e n. 2. Il Cassone di tipo D sarà posato sul sottostante imbasamento solo a seguito del posizionamento sullo scanno stesso del cassone di tipo C immediatamente limitrofo e opportunamente zavorrato.

Si precisa che le fasi di demolizione della sovrastruttura e serraglia limitrofa del cassone di tipo D in testata al tratto della nuova diga realizzata in fase n. 1 (rif. Progetto P.742), saranno seguite dal salpamento di tale manufatto prefabbricato. Successivamente si provvederà alla posa in opera del nuovo cassone di tipo C limitrofo a quello di tipo D già salpato ed al riempimento provvisorio, solo in tale circostanza esecutiva, con acqua marina per eventuali operazioni di salpamento e riposizionamento, in relazione al collocamento definitivo dell'adiacente cassone di tipo D.

Il riposizionamento del cassone di tipo D già salpato sarà ricollocato in allineamento all'asse principale della nuova diga e riempito in assetto definitivo con l'85% del volume delle celle colmate con calcestruzzo e il 15% riempite con materiale sciolto. Questa operazione di riempimento definitivo delle celle del cassone di tipo D ricollocato nell'ambito della fase n. 2 avrà luogo solo a seguito del riempimento definitivo del limitrofo cassone di tipo C con materiale inerte. Le operazioni di posa dei cassoni di cui alla fase esecutiva in Progetto dovranno avere luogo solo a seguito del completamento definitivo dei tratti di scanno interessati dal posizionamento dei manufatti prefabbricati, con adeguati margini dimensionali dell'imbasamento di appoggio, in relazione al posizionamento dei cassoni ed alle pressioni esercitate da questi ultimi sullo scanno.

Nella successiva Fig. 2.1 s'illustra la conformazione planimetrica dei due tratti della diga realizzato in fase n. 1 (cassoni di colore rosa – rif. Progetto P.742) e da costruire nell'ambito della fase n. 2 (cassoni di colore verde – rif. alla presente Progettazione P.808), ai quali corrispondono i rispettivi imbasamenti d'appoggio (tratteggio di colore rosso per lo scanno già realizzato in fase n. 1 – rif. Progetto P.742 e tratteggio di colore blu per l'imbasamento da creare in fase n. 2 – rif. al presente Progetto P.808):

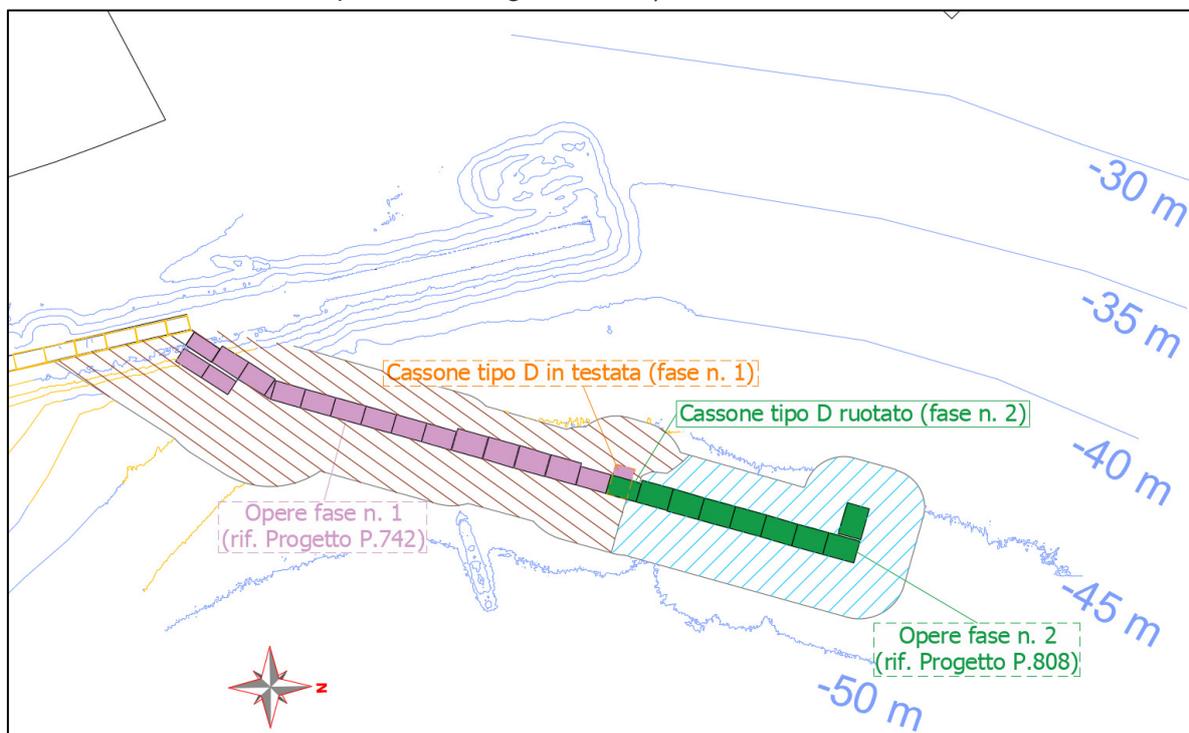


Fig. 2.1 - Configurazione della diga foranea con distinzione delle due differenti fasi esecutive previste

Ai fini del presente Documento, le opere descritte sono state organizzate per tipologie omogenee di seguito elencate:

- Scanno d'imbasamento;
- Massi naturali delle scogliere;
- Cassoni cellulari prefabbricati in c.a.;
- Serraglia in c.a.;
- Massi guardiani in c.a.;
- Sovrastruttura in c.a.;
- Parabordi trapezoidali;
- Bitte d'ormeggio;
- Fanale marittimo.

### **3 Manuale d'uso e di manutenzione**

#### **3.1 MANUALE D'USO**

L'opera foranea ha una duplice funzione di cui la principale è rappresentata dalla finalità di preservare lo specchio acqueo retrostante dall'azione del moto ondoso incidente e di attenuare, rispetto alla condizione pregressa, il fenomeno di riflessione dell'onda in corrispondenza del lato Sud della piattaforma multifunzionale, tale da creare condizioni

d'agitazione dello specchio acqueo portuale del tutto compatibili con le operazioni che vi si svolgono. Inoltre, la diga svolge anche il ruolo di offrire la possibilità, in via eccezionale e non continuativa, di ormeggiare a unità navali, tenendo in conto che il lato protetto della sovrastruttura di base dell'opera foranea è provvista di arredi di banchina quali le bitte e i parabordi trapezoidali.

Nei paragrafi a seguire saranno previste specifiche prescrizioni manutentive per ogni singola parte d'opera.

### 3.2 **MANUALE DI MANUTENZIONE**

#### 3.2.1 **Risorse necessarie per controlli e manutenzione**

Le risorse necessarie per controlli ed interventi delle parti d'opera in oggetto sarà effettuato mediante rilievi periodici, da personale opportunamente qualificato, informato, formato ed addestrato ai sensi e per gli effetti degli art. 36 e 37 di cui al D. Lgs 81/08 e s.m.i. e istruito sulle modalità di controlli e rilievi previsti. Gli interventi di manutenzione saranno effettuati, in base all'entità del livello di degrado e/o danneggiamento riscontrato, e potrà essere eseguito con l'impiego di pontoni, mezzi per rilievi topografici e batimetrici ed operai specializzati, coordinati da tecnici con comprovata esperienza in costruzioni marittime similari.

#### 3.2.2 **Livello minimo di prestazioni**

L'opera in oggetto deve garantire la protezione dagli effetti del moto ondoso incidente delle strutture a servizio del porto; pertanto, le prestazioni richieste sono quelle di resistere all'azione delle mareggiate, oltre alle parti a servizio della diga, che dovranno essere sempre funzionanti e funzionali. Si procederà ad effettuare interventi localizzati in funzione del livello del danno e secondo la tabella di cui al piano di monitoraggio.

#### 3.2.3 **Anomalie riscontrabili**

Le anomalie riscontrabili a seguito dei controlli sono i danni rilevabili sul corpo dell'opera a seguito di mareggiate o eventuali cedimenti conseguenti ad assestamenti nel tempo. Altra anomalia riscontrabile nel tempo può essere la perdita di volume a seguito dell'azione erosiva del mare e del vento nelle parti emerse. Per la valutazione delle anomalie riscontrabili si farà riferimento alle tabelle riportate nel "Sottoprogramma dei controlli".

#### 3.2.4 **Manutenzioni eseguibili direttamente dal Costruttore**

L'opera è soggetta da Legge a una copertura assicurativa decennale, nei termini di Legge e di cui all'art. 1669 del Codice civile, al D. Lgs n. 154 del 20/07/2022 ed al D. Lgs n. 122 del 20/06/2005.

#### 3.2.5 **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato**

Qualora, a seguito dei rilievi, si riscontrassero danni tali da non garantire i livelli minimi prestazionali si procederà utilmente ad interventi atti ad eliminare le anomalie riscontrate, mediante personale specializzato ed impiego mezzi operativi marittimi e/o terrestri coordinati da personale tecnico di comprovata esperienza in costruzioni marittime.

### 3.3 **PROGRAMMA DI MANUTENZIONE**

### 3.3.1 Sottoprogramma delle prestazioni

Di seguito verranno riportati per tutte le parti d'opera:

- Classe dei requisiti;
- Prescrizioni;

Ciò in modo da garantire la funzionalità dell'opera.

### 3.3.2 Sottoprogramma dei controlli

Di seguito verranno riportati per tutti corpi dell'opera:

- Requisiti da verificare durante i controlli;
- Anomalie riscontrabili con una tabella guida di classifica dei danni riscontrabili;
- Frequenza dei controlli;

Soggetti incaricati: i controlli di cui al presente paragrafo saranno effettuati da personale opportunamente istruito sulle modalità esecutive dei rilievi e sulla restituzione degli stessi, che avverrà mediante compilazione di specifiche schede da riportare su apposito registro dei controlli.

### 3.3.3 Sottoprogramma degli interventi

Qualora a seguito dei controlli del sottoprogramma di riferimento si riscontrassero danni e/o anomalie, si procederà utilmente ad eseguire gli interventi necessari da personale specializzato e con l'impiego di mezzi e materiale idonei.

## **4 Schede delle opere e programmi dei controlli e delle manutenzioni**

La presente sezione riporta le schede manutentive delle opere indicate nel Capitolo 2, individuando le rispettive tempistiche e modalità operative d'intervento. Tutte le attività manutentive e di ripristino trattate dal presente Elaborato dovranno essere effettuate in conformità alle disposizioni di cui al D. Lgs n. 81 del 09/04/2008 e s.m.i..

### 4.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO DELLE OPERE IN C.A.**

Di seguito si riporta uno schema di riepilogo delle principali Norme giuridiche e alcune delle norme tecniche da osservare nell'ambito delle attività manutentive previste dal presente Documento relativamente alle opere in conglomerato cementizio armato:

<b>Principali Norme giuridiche</b>	<b>Principali norme tecniche</b>
Legge n. 595 del 26/05/1965 D.M. del 03/06/1968 D.M. del 31/08/1972 Legge n. 1086 del 05/11/1971 Legge n. 64 del 02/02/1974 D.M. del 20/11/1984 Avviso di rettifica al D.M. del 20/11/1984 D.I. n. 126 del 09/03/1988 D.P.R. n. 380 del 06/06/2001	UNI EN 206-1, UNI 11104, EN 206-1, UNI EN 1008:2003, UNI EN 1097-6, UNI EN 197-1, UNI EN 197-2, UNI CEN/TR 14245:2015, , UNI EN 14216, UNI EN 9606:2015, UNI 8520/2, UNI EN 932-3, UNI EN 933-1, UNI EN 1367-1, UNI EN 1367-2, UNI EN 1097-2, UNI EN 1744-1, UNI EN 933-8, UNI EN 933-9, UNI EN 933-4, UNI EN 1097-6, UNI EN 934-2, EN 12620: 2000, UNI EN 450, EN 13263/1, EN 13263/2, ASTM C 827,

Principali Norme giuridiche	Principali norme tecniche
D.M. del 17/01/2018 e s.m.i. Circolare del C.S.LLP n.7 del 21/01/2019	ASTM C109, ASTM C 191, CNR - UNI 10020-71, UNI EN 12767, UNI EN 1993, UNI EN 1998, UNI-EN 10223-3, UNI EN 13670, UNI EN 196-7, UNI EN 13383

#### 4.2 **SCANNO D'IMBASAMENTO**

Lo scanno d'imbasamento dei cassoni e il materiale di protezione lato mare dei cassoni di raccordo è costituito da tout-venant (0-500 Kg) selezionato, in modo che esso segua le deformazioni del terreno sottostante.

Di seguito la tabella con la distribuzione granulometrica:

Classe	Unità	Distribuzione					WM
		y<6	0<y<10	30<y<70	85<y<100	<100	
0-500 Kg	Kg	0.1	2	200	500	600	102-396

##### 4.2.1 Requisiti e prestazioni

**Requisiti:** Resistenza all'azione dinamica delle mareggiate e degli altri eventi eccezionali (sismici) ed eventi ciclici di minore intensità.

**Classe di requisiti:** stabilità/integrità:

- stabilità nel tempo anche a seguito dei cedimenti dovuti alla consolidazione del fondale marino;
- stabilità a seguito di eventi eccezionali (mareggiate o evento sismico).

**Prestazioni:** Lo scanno, per assolvere alle sue funzioni di imbasamento dei cassoni, non deve presentare dissesti gravi, inoltre, dove previsto, è protetto con una mantellata in doppio strato composta da massi naturali di II e di III categoria (la collocazione di quest'ultima tipologia di massi naturali è prevista presso le sezioni di testata della diga).

**Livelli minimi di prestazioni:** ripristinare la conformazione ed il volume originario dello scanno.

##### 4.2.2 Controlli dello scanno d'imbasamento

- **Requisiti da verificare:** Geometria dello scanno d'imbasamento  
Integrità dello scanno d'imbasamento
- **Tipologia e frequenze dei controlli:**

- **Controllo geometria e integrità dello scanno d'imbasamento**

Tipologia di controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Visivo con videoispezioni subacquee	Annuale per i primi 5 anni o dopo un evento eccezionale	Schede d'ispezione e rapporto fotografico
Topografico	Annuale per i primi 5 anni o dopo un evento eccezionale	Verificare i cedimenti dei cassoni e confronto con i rilievi topografici precedenti

Tipologia di controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Rilievi subacquei: batimetrici e videoispezioni subacquee	A seguito della valutazione dei rilievi topografici che riscontrano i movimenti anomali dei cassoni	Valutazione dei danni e valutazione ai fini dell'intervento di ripristino e stabilizzazione dello scanno, in funzione delle anomalie osservate e del livello di danno

Esecutore dei controlli: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommizzatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.2.3 Anomalie riscontrabili

##### - **Deformazioni**

Presenza di deformazioni localizzate del materiale dell'imbasamento, che nel tempo, potrebbero variare la quota dello scanno.

Classificazione della deformazione dell'imbasamento nel tempo e rispettive tipologie d'intervento:

CLASSE	DANNO	DESCRIZIONE	INTERVENTO
0	Nulla	Deformazione dei cassoni in linea alle previsioni del progetto	Non necessario
1	Leggero	Deformazione dei cassoni in linea alle previsioni del progetto con una variazione di non più del 2,5%	Mantenere l'osservazione delle deformazioni negli anni successivi
2	Piccolo	Deformazione dei cassoni in linea alle previsioni del progetto con una variazione di non più del 5%	Mantenere l'osservazione delle deformazioni negli anni successivi
3	Moderato	Deformazione dei cassoni in linea alle previsioni del progetto con una variazione di non più del 7,5%	Verifiche subacquee per riparazione dello scanno e/o versamenti di stabilizzazione nell'arco dell'anno
4	Elevato	Deformazione dei cassoni in linea alle previsioni del progetto con una variazione di più del 10%	Verifiche subacquee per riparazione senza ritardo dello scanno e/o versamenti di stabilizzazione di rilevante entità
5	Serio / Distruzione	Deformazione dei cassoni in linea alle previsioni del progetto con una variazione maggiori del 10%	Intervento di ripristino in emergenza dello scanno

- **Perdita di materiale**

Perdita locale del materiale dello scanno d'imbasamento

Classificazione dei danni all'imbasamento e rispettive tipologie d'intervento:

CLASSE	DANNO	DESCRIZIONE	INTERVENTO
0	Nulla	Non si osservano inerti spostati o cavità nello scanno/Assenza di rischio d'esposizione al mare	Non necessario
1	Leggero	Rimozione di non più del 1% degli inerti costituenti la parte esterna dello scanno e/o cavità di dimensioni inferiori ad una unità lapidea di peso medio dell'imbasamento	Mantenere l'osservazione dei danni negli anni successivi
2	Piccolo	Rimozione di non più del 2% degli inerti costituenti la parte esterna dello scanno e/o cavità di dimensioni inferiori a due unità lapidee di peso medio dell'imbasamento	Mantenere l'osservazione dei danni negli anni successivi
3	Moderato	Rimozione di non più del 3% degli inerti costituenti la parte esterna dello scanno e/o cavità di dimensioni inferiori a tre unità lapidee di peso medio dell'imbasamento	Prevedere il ripristino della porzione esterna dello scanno interessata dal danno per evitare i danni maggiori alle parti sottostanti nell'arco dell'anno
4	Elevato	Rimozione maggiori del 3% degli inerti costituenti la parte esterna dello scanno e/o cavità di dimensioni maggiori di tre unità lapidee di peso medio dell'imbasamento	Prevedere tempestivamente e senza ritardo il ripristino della porzione esterna dello scanno interessata dal danno per evitare i danni maggiori alle parti sottostanti
5	Serio	Grandi cavità sullo scanno che raggiungono le porzioni più interne dell'imbasamento	Intervento di ripristino in emergenza con eventuale fornitura e posa in opera di massi naturali di adeguata pezzatura ai fini del completo ripristino della sezione dello scanno (l'inserimento di massi naturali nel corpo dello scanno dovrà avvenire solo per cavità di volume inferiore a 10 m <sup>3</sup> e se non disponibile materiale tout-venant, mentre il riempimento di cavità di entità volumetrica maggiore avrà luogo

CLASSE	DANNO	DESCRIZIONE	INTERVENTO
			mediante l'utilizzo del medesimo inerte tout-venant costituente l'imbasamento originario)
6	Distruzione	Rimozione di rilevanti porzioni dello scanno fino a raggiungere le parti più interne dell'imbasamento	Intervento di ripristino in emergenza e eventuale posa in opera di massi naturali di adeguata pezzatura ai fini del completo ripristino della sezione dello scanno adeguata pezzatura (l'inserimento di massi naturali nel corpo dello scanno dovrà avvenire solo per cavità di volume inferiore a 10 m <sup>3</sup> e se non disponibile materiale tout-venant, mentre il riempimento di cavità di entità volumetrica maggiore avrà luogo mediante l'utilizzo del medesimo inerte tout-venant costituente l'imbasamento originario)

#### 4.2.4 Manutenzioni

##### - **Ripristino della sezione di progetto dello scanno**

Frequenze: quando occorre, secondo il livello del danno rilevato

Esecutore delle manutenzioni: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommazzatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V., remotely operated vehicle, un piccolo sottomarino a comando remoto) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.3 **MASSI NATURALI DELLE SCOGLIERE**

I massi naturali di II categoria (pezzatura compresa nell'intervallo 1000÷3000 Kg) saranno sempre immersi ed utilizzati per realizzare la protezione della sommità dello scanno lato mare e del suo rispettivo piede verso il bacino portuale, lungo il tratto ove si prevede l'installazione dei cassoni di tipo C.

I massi naturali di III categoria (pezzatura compresa nell'intervallo 3000÷7000 Kg) saranno sempre immersi ed impiegati ai fini della protezione della porzione sommitale in testata dello scanno e rivestiranno interamente tale tratto d'estremità dell'imbasamento.

Di seguito s'illustra la tabella riportante la distribuzione granulometrica dei massi naturali di II e III categoria:

Classe	Unità	Distribuzione				WM
		y<2	0<y<10	70<y<100	97<y	
1000-3000 Kg	Kg	750	1000	3000	4500	1800-2200
3000-7000 Kg	Kg	2000	3000	7000	10500	4400-5600

La resistenza meccanica a compressione del materiale non dovrà risultare inferiore a 500 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.3.1 Requisiti e prestazioni

**Requisiti di stabilità:** Resistenza all'azione dinamica degli eventi eccezionali (mareggiate, correnti marine ed eventi sismici)

- stabilità a seguito di mareggiate o di un evento sismico ed a fronte delle correnti marine
- completa integrità della mantellata in doppio strato

**Requisiti di Durabilità:** Resistenza all'azione del mare

**Classe di Requisiti:** Sicurezza

I massi naturali dovranno essere in grado di mantenere sempre le loro caratteristiche meccaniche nel tempo, ma anche il contatto tra i massi dovrà essere sufficiente sia a garantire adeguata stabilità all'intero ammasso di scogliera e sia a resistere nel tempo agli effetti delle maree, delle mareggiate, delle correnti marine e delle azioni sismiche.

**Prestazioni:** I massi naturali, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e protezione dello scanno nel tempo.

**Livello minimo di prestazione:** ripristinare le scogliere nella loro volumetria originaria

#### 4.3.2 Controlli

- **Requisiti da verificare:** Geometria delle scogliere  
Integrità delle scogliere in doppio strato
- **Tipologia e frequenze dei controlli:**
  - **Controllo geometria e integrità delle scogliere realizzate in doppio strato**

Tipologia di Controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Visivo con videoispezioni subacquee	Ogni 5 anni o dopo un evento eccezionale (mareggiate e/o evento sismico)	Schede d'ispezione e rapporto fotografico/video
Topografico	Annuale per i primi 5 anni o dopo un evento eccezionale	Verificare i cedimenti dei cassoni e confronto con i rilievi topografici precedenti
Rilievi subacqueei: batimetrici e videoispezioni subacquee	A seguito d'una valutazione dei rilievi topografici che rilevano dei movimenti anomali dei cassoni	Valutazione dei danni e valutazione ai fini dell'intervento di ripristino e stabilizzazione delle scogliere, in funzione delle anomalie osservate e del livello di danno

Esecutore dei controlli: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommazzatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.3.3 Anomalie riscontrabili

##### - Perdita di materiale

Perdita e spostamenti dei massi naturali delle mantellate (tali movimenti sono anche relativi al fenomeno di rocking correlato a condizioni di perdita definitiva di stabilità dei massi naturali), con esposizione progressiva del materiale inerte dello scanno d'imbasamento sottostante.

Classificazione dei danni alla mantellata (azione del mare) e rispettive tipologie d'intervento:

CLASSE	DANNO	DESCRIZIONE	INTERVENTO
0	Nulla	Non si osservano massi spostati o cavità nelle mantellate/Assenza di rischio d'esposizione al mare dello scanno sottostante alle scogliere	Non necessario
1	Leggero	Rimozione di non più del 1% dei massi costituenti la mantellata in doppio strato e/o cavità di dimensioni inferiori ad una unità di dimensione media rispetto alla categoria di appartenenza	Mantenere l'osservazione dei danni negli anni successivi
2	Piccolo	Rimozione di non più del 2% dei massi costituenti la mantellata in doppio strato e/o cavità di dimensioni inferiori a due unità di dimensione media rispetto alla categoria di appartenenza	Mantenere l'osservazione dei danni negli anni successivi
3	Moderato	Rimozione di non più del 3% dei massi costituenti la mantellata in doppio strato e/o cavità di dimensioni inferiori a tre unità di dimensione media rispetto alla categoria di appartenenza	Prevedere il ripristino della mantellata con massi naturali di categoria pari a quella dei massi naturali componenti la scogliera oggetto di ripristino, per evitare i danni maggiori allo scanno sottostante nell'arco dell'anno
4	Elevato	Rimozione maggiori del 3% dei massi costituenti la mantellata in doppio strato e/o cavità di dimensioni maggiori a tre unità di dimensione media rispetto alla categoria di appartenenza	Prevedere il ripristino della mantellata con massi naturali di categoria pari a quella dei massi naturali componenti la scogliera oggetto di ripristino, per evitare i danni maggiori allo scanno sottostante
5	Serio	Grandi cavità nello strato superiore e cavità nel secondo strato	Intervento di ripristino in emergenza con massi naturali di categoria pari a quella dei massi naturali

CLASSE	DANNO	DESCRIZIONE	INTERVENTO
			componenti la scogliera oggetto di ripristino
6	Distruzione	Rimozione della mantellata fino allo strato filtro	Intervento di ripristino in emergenza con massi naturali di categoria pari a quella dei massi naturali componenti la scogliera oggetto di ripristino

- **Crescita di vegetazione/patina biologica sulle scogliere**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi, piante e di patina biologica in corrispondenza delle superfici del cassone.

- **Presenza di vegetazione**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante sulle superfici esterne del cassone. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Degrado dei massi naturali**

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino delle volumetrie originarie delle scogliere, mediante la posa in opera di nuovi massi naturali. Inoltre, l'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Disgregazione**

De-coesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino delle volumetrie originarie delle scogliere, mediante la posa in opera di nuovi massi naturali. Inoltre, l'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi dalla loro sede. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria, comprese opere di ripristino localizzato dei massi naturali interessati dai fenomeni di distacco rilevati (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino delle volumetrie originarie delle scogliere, mediante la posa in opera di nuovi massi naturali. Inoltre, l'intervento manutentivo deve essere effettuato

in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Erosione superficiale**

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria, comprese opere di ripristino localizzato dei massi naturali interessati dai fenomeni di distacco rilevati (non richiede una classifica dei danni). Inoltre, l'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Fessurazioni**

Presenza di discontinuità nel materiale con distacchi macroscopici delle parti. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria, comprese opere di ripristino localizzato dei massi naturali interessati dai fenomeni di distacco rilevati (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino delle volumetrie originarie delle scogliere, mediante la posa in opera di nuovi massi naturali. Inoltre, l'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Penetrazione di umidità**

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Rigonfiamento**

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale lapideo. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria, comprese opere di ripristino localizzato dei massi naturali interessati dai fenomeni di distacco rilevati (non richiede una classifica dei danni).

#### 4.3.4 Manutenzioni

- **Ripristino e/o sostituzione dei massi naturali di II e III categoria (compreso il ripristino di sezioni di scogliere)**

Frequenze: secondo necessità e in funzione delle verifiche effettuate

Ripristino della sezione di progetto delle scogliere di massi naturali di II e III categoria.

Sostituzione dei massi naturali di II e III categoria usurati o danneggiati con altri analoghi in corrispondenza delle rispettive scogliere di appartenenza.

Esecutore delle manutenzioni: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.4 CASSONI CELLULARI PREFABBRICATI IN C.A.

I cassoni cellulari prefabbricati in c.a. impiegati nell'ambito della realizzazione della fase n. 2 della diga sono, come già richiamato, di due tipologie differenti: C e D.

In particolare, per la porzione d'opera foranea di cui alla fase n. 2, i cassoni di tipo C constano complessivamente in n. 8 manufatti rappresentati da strutture in calcestruzzo armato che sono progettate e costruite ex novo secondo le Norme vigenti.

Vi è anche un cassone di tipo D che, realizzato decenni fa e collocato in testata al tratto della diga di cui alla fase n. 1 (riferimento al progetto P.742 "Realizzazione della nuova diga di Vado Ligure – prima fase"), sarà svuotato, salpato e ricollocato in assetto allineato allo

sviluppo definitivo dell'infrastruttura, per poi essere riempito, come anche tutti gli altri cassoni cellulari di tipo C ad esso sequenzialmente consecutivi. È del tutto evidente che, sebbene il materiale di riempimento dei cassoni cellulari prefabbricati differisca in base alla tipologia dei manufatti stessi (nei cassoni di tipo D, infatti, il riempimento finale è costituito, all'85%, da calcestruzzo e al 15% da materiale granulare, mentre nei cassoni di tipo C il riempimento è composto interamente da inerte sciolto), le pareti perimetrali ed interne di tutti i cassoni fungano da casseri di contenimento.

In particolare, le pareti esterne dei cassoni sono gli elementi strutturali verticali, che definiscono la geometria del fusto del cassone, sostenendo non solo il loro peso proprio, ma anche la spinta della zavorra presente nelle celle periferiche, i carichi idrodinamici del mare (onde, maree, correnti marine) ed i pesi della sovrastruttura oltreché dei carichi funzionali applicati sulla sovrastruttura stessa. I setti interni sono gli elementi strutturali verticali che dividono il cassone in celle di dimensioni contenute e che contribuiscono a irrigidire l'intero manufatto, unitamente alle paratie perimetrali ed al solettone di base (quest'ultimo assolve al compito di elemento d'appoggio dell'intera struttura del cassone, distribuendone il carico rappresentato sia dal peso proprio del manufatto e sia dalle azioni che agiscono su di esso).

Solo la parte esposta del cassone nella zona bagno-asciutto è soggetta a un rischio potenziale di degrado del calcestruzzo armato soprattutto sul lato mare del cassone, maggiormente interessato dall'escursione idrica dovuta all'interazione della struttura del cassone con il moto ondoso.

#### 4.4.1 Requisiti e prestazioni

**Requisiti di stabilità:** Resistenza all'azione dinamica delle mareggiate, delle correnti marine e degli eventi sismici.

Stabilità a seguito di forte mareggiate o di un evento sismico.

**Requisiti di Durabilità:** Resistenza all'azione del mare, delle correnti marine, del sole (esclusivamente parti emerse), degli eventuali urti da parte di unità navali (solo parti emerse).

**Classe di Requisiti:** Sicurezza

Le pareti esterne dei cassoni dovranno essere in grado di mantenere la loro integrità in relazione alle eventuali manifestazioni di degrado del calcestruzzo nel tempo

**Prestazioni:** I cassoni sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare la completa stabilità e la corretta protezione nel tempo del bacino portuale retrostante.

**Livello minimo della prestazione:** Ripristinare il coprifermo del calcestruzzo degradato e la geometria originaria dell'elemento in c.a. danneggiato del cassone.

#### 4.4.2 Controlli

- **Requisiti da verificare:** Movimenti dei cassoni  
Integrità della parte delle pareti direttamente esposte al mare
- **Tipologia e frequenze dei controlli:**
  - **Controllo movimenti dei cassoni**

Tipologia di Controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Visivo con rilievi topografici	Annuale per i primi 5 anni o dopo un evento eccezionale	Schede d'ispezione e rapporto fotografico, rilievi topografici
Rilievi subacquei: batimetrici e videoispezioni subacquee	A seguito di valutazione dei rilievi topografici che rilevano dei movimenti anomali dei cassoni	Valutazione dei danni e intervento di stabilizzazione dello scanno d'imbasamento dei cassoni in funzione delle anomalie osservate e del livello di danno

• **Controllo degrado calcestruzzo dei cassoni**

Tipologia di Controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Visivo	ogni 5 anni	Schede d'ispezione e rapporto fotografico
Rilievi delle superfici danneggiate, controllo resistenza calcestruzzo, verifica dell'integrità del coprifermo e accertamento dello stato di corrosione delle armature	Ogni 20 anni o a seguito di valutazione dei rilievi fotografici che rilevano degrado esteso del calcestruzzo	Valutazione dei danni e intervento sui cassoni in funzione dei risultati dell'indagine eseguita riguardante le anomalie osservate ed il livello di danno

Esecutore dei controlli: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

4.4.3 Anomalie riscontrabili

- **Movimenti dei cassoni**

Movimenti anomali dei cassoni a seguito degli stessi dello scanno d'imbasamento. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Crescita di vegetazione sui cassoni**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante in corrispondenza delle superfici esterne del cassone. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Patina biologica sui cassoni**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie dei cassoni e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Degradazione dell'integrità strutturale del calcestruzzo delle pareti esposte**

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Disgregazione**

De-coesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi dalla loro sede. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Erosione superficiale**

Asportazione di materiale dalla superficie del cassone cellulare prefabbricato dovuta a processi di svariata natura. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Corrosione/esposizione delle armature**

Corrosione e/o esposizione delle armature della serraglia e asportazione di materiale dalla superficie dei cassoni. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento può comportare la sostituzione delle armature ammalorate da fenomeni di corrosione. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Fessurazioni**

Presenza di discontinuità nel materiale con distacchi macroscopici delle parti. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Penetrazione di umidità**

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

- **Rigonfiamento**

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). Inoltre, si tratta di fenomeni di degrado a lungo termine. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

#### 4.4.4 Manutenzioni

Riparazione delle superfici dei cassoni danneggiati

Frequenza: quando occorre

Riparazione con trattamento del ferro esposto e l'applicazione di malta speciale di riparazione del calcestruzzo con completo ripristino dello spessore del copriferro progettualmente previsto (eventuale sostituzione delle armature laddove necessario e possibile).

Esecutore delle manutenzioni: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommozzatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.5 **SERRAGLIA IN C.A.**

La serraglia è situata in corrispondenza della sezione di distacco tra cassoni collocati in testata al tratto realizzato nell'ambito della fase esecutiva n. 2.

La serraglia consiste in blocchi esterni in calcestruzzo solidarizzati con armature e getto subacqueo di calcestruzzo, in modo di creare una struttura monolitica destinata ad occludere lo spazio tra i cassoni non allineati.

La serraglia dovrà essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti a sollecitazioni (carichi dinamici, forze sismiche, ecc.) anche indotte da deformazioni dello scanno d'imbasamento, conservando la loro integrità strutturale ed in termini di degrado del calcestruzzo armato esposto al mare.

##### 4.5.1 Requisiti e prestazioni

**Requisiti di stabilità:** Resistenza all'azione dinamica di mareggiate, correnti marine, urti da unità navali ed eventi sismici

Stabilità anche a seguito di forti mareggiate o di un evento sismico

**Requisiti Integrità:** Resistenza all'azione del mare

**Classe di Requisiti:** Sicurezza

La serraglia tra cassoni dovrà essere in grado di mantenere l'integrità strutturale ed un accettabile livello di degrado del calcestruzzo armato esposto al mare, chiudendo lo spazio tra cassoni non allineati.

**Prestazioni:** La serraglia sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali deve sempre assicurare la sua completa stabilità e la rispettiva aderenza ai cassoni collocati lateralmente alla serraglia.

**Livello minimo della prestazione:** Ripristinare la funzionalità della serraglia quale elemento di chiusura dello spazio tra cassoni non allineati.

##### 4.5.2 Controlli

- **Requisiti da verificare:** Movimenti della serraglia  
Integrità della serraglia e rispettiva sua aderenza ai cassoni adiacenti
- **Tipologia e frequenze dei controlli:**
  - **Controllo movimenti della serraglia**

Tipologia di Controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Visivo	Annuale per i primi 5 anni e dopo un evento eccezionale	Schede d'ispezione e rapporto fotografico

<p>Rilievi subacquei: batimetrici e videospezioni subacquee</p>	<p>A seguito dell'ispezione della serraglia e dell'apertura di fessurazione importante nei giunti della sovrastruttura tra cassoni e serraglia che rilevano eventuali movimenti anomali della serraglia</p>	<p>Valutazione dei danni e intervento di stabilizzazione dello scanno d'imbasamento della serraglia in funzione dei risultati dell'indagine eseguita riguardante le anomalie osservate ed il livello di danno</p>
---	---	---

• **Controllo degrado dell'aderenza della serraglia ai cassoni adiacenti**

Tipologia di Controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
<p>Visivo</p>	<p>ogni 5 anni e comunque immediatamente a seguito di mareggiate o evento sismico</p>	<p>Schede d'ispezione e rapporto fotografico</p>
<p>Rilievi delle superfici danneggiate, controllo della necessità d'iniezione per ripristinare funzionalità delle serraglie</p>	<p>Ogni 20 anni, ovvero a seguito di mareggiate intense o evento sismico, oppure a seguito di valutazione dei rilievi fotografici che rilevano degrado esteso della serraglia</p>	<p>Valutazione dei danni e intervento manutentivo sulla serraglia in funzione dei risultati dell'indagine eseguita, delle anomalie osservate e del livello di danno</p>

Esecutore dei controlli: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

4.5.3 Anomalie riscontrabili

- **Rimozione della serraglia**

Gestibile con attività di monitoraggio ed il tempestivo intervento di ripristino della sezione di serraglia interessata dal danno da rimozione. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Movimenti della serraglia**

I movimenti della serraglia possono essere correlati all'azione diretta del moto ondoso ovvero anche a movimenti anomali dei cassoni adiacenti alla serraglia in relazione a rispettivi movimenti dello scanno d'imbasamento.

L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino della volumetria originaria della serraglia.

L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Crescita di vegetazione/patina biologica sulle parti esposte dei massi della serraglia**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi, piante e di patina biologica in corrispondenza delle superfici della serraglia.

- **Presenza di vegetazione**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante in corrispondenza delle superfici esterne della serraglia. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Degradazione dell'integrità strutturale del calcestruzzo delle pareti esposte dei massi in calcestruzzo e del calcestruzzo gettato in opera tra i blocchi di serraglia**

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino della volumetria originaria della serraglia.

L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Disgregazione**

De-coesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino della volumetria originaria della serraglia. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi dalla loro sede.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino della volumetria originaria della serraglia. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Erosione superficiale**

Asportazione di materiale dalla superficie della serraglia dovuta a processi di svariata natura. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino della volumetria originaria della serraglia. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Corrosione/esposizione delle armature**

Corrosione e/o esposizione delle armature della serraglia e asportazione di materiale dalla superficie dei blocchi stessi, dovuta a processi di natura diversa.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento può comportare la sostituzione delle armature ammalorate da fenomeni di corrosione. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Fessurazioni**

Presenza di discontinuità nel materiale con distacchi macroscopici delle parti.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino della volumetria originaria della serraglia. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Penetrazione di umidità**

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Rigonfiamento**

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). Inoltre, si tratta di fenomeni di degrado a lungo termine. L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino della volumetria originaria della serraglia. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

#### 4.5.4 Manutenzioni

Riparazione della serraglia danneggiata

Frequenza: quando occorre

Riparazione con iniezione di malta speciale per solidarizzare le serraglie e assicurare la chiusura dello spazio tra cassoni adiacenti in testata ed il cui volume d'intermezzo è colmato dalla serraglia.

Esecutore delle manutenzioni: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommozzatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.6 MASSI GUARDIANI IN C.A.

L'imbasamento al piede del cassone lato mare è soggetto allo scalzamento generato dall'impatto dell'onda sulla parete verticale del cassone. Lo scanno viene, quindi, protetto lato mare da massi di forma parallelepipedica, prefabbricati in c.a. e provvisti di forature verticali destinate a dissipare la sotto spinta idrodinamica generata dal moto ondoso e dalle correnti marine in corrispondenza della superficie d'appoggio del masso generata dall'onda. Questi massi guardiani delimitano interamente il piede dei cassoni di tipo C siti in testata alla diga foranea. I massi guardiani dovranno essere in grado di contrastare le sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.) generate dal moto ondoso, dalle correnti marine, da eventi sismici e mantenere la loro stabilità e la loro integrità strutturale ai fini di un'adeguata protezione dell'imbasamento sito al piede lato mare del cassone.

#### 4.6.1 Requisiti e prestazioni

**Requisiti di stabilità:** Resistenza all'azione dinamica delle mareggiate /eventi sismici  
 stabilità a seguito di forte mareggiate o un evento sismico

**Requisiti Durabilità:** Resistenza all'azione del mare e degli eventi sismici

**Classe di Requisiti:** Sicurezza

I massi guardiani dovranno essere in grado di mantenere la completa stabilità e la loro integrità strutturale

**Prestazioni:** I massi guardiani sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare la completa stabilità e funzionalità strutturale

**Livello minimo della prestazione:** Sostituire il masso guardiano rimosso o significativamente danneggiato

#### 4.6.2 Controlli

- **Requisiti da verificare:** Stabilità dei massi guardiani  
 Integrità strutturale dei massi guardiani

- **Tipologia e frequenze dei controlli:**

- **Controllo stabilità e integrità strutturale dei massi guardiani**

Tipologia di Controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Visivo (ispezioni subacquee con sommozzatore qualificato e/o R.O.V.)	Ogni 5 anni e dopo un evento eccezionale	Schede d'ispezione e rapporto fotografico
Rilievi delle superfici danneggiate controllo necessità di sostituire i massi guardiani	Ogni 20 anni, ovvero a seguito di mareggiate intense o evento sismico, oppure a seguito di valutazione dei rilievi fotografici che riscontrano una condizione di degrado esteso del calcestruzzo oppure la rimozione del blocco	Valutazione dei danni e intervento manutentivo sui massi guardiani in funzione dei risultati dell'indagine eseguita, delle anomalie osservate e del livello di danno riscontrato

Esecutore dei controlli: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommozzatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.6.3 Anomalie riscontrabili

- **Rimozione dei massi guardiani**

A seguito d'una instabilità dello scanno d'imbasamento sottostante ai massi guardiani. Gestibile con attività di monitoraggio ed il tempestivo ripristino dei massi guardiani.

L'intervento manutentivo comprende la posa in opera dei massi guardiani rimossi dalla loro

sede originaria. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Degradazione dell'integrità strutturale del calcestruzzo dei massi guardiani**

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere la sostituzione dei massi guardiani la cui integrità strutturale è risultata degradata. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Disgregazione**

De-coesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo comprende la sostituzione dei massi guardiani disgregati. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi dalla loro sede.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere la sostituzione dei massi guardiani interessati da fenomeni di distacco.

L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Erosione superficiale**

Asportazione di materiale dalla superficie dei massi guardiani dovuta a processi di svariata natura. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere la sostituzione dei massi guardiani interessati da erosione superficiale.

L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Corrosione/esposizione delle armature**

Corrosione e/o esposizione delle armature dei massi guardiani e asportazione di materiale dalla superficie dei blocchi stessi, dovuta a processi di natura diversa.

L'intervento manutentivo può comprendere la sostituzione dei massi guardiani le cui armature metalliche sono interessate dagli effetti della corrosione.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Fessurazioni**

Presenza di discontinuità nel materiale con distacchi macroscopici delle parti.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere la sostituzione dei massi guardiani soggetti a fessurazioni. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Penetrazione di umidità**

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Rigonfiamento**

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del masso guardiano. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

#### 4.6.4 Manutenzioni

Interventi sui massi guardiani

Frequenza: secondo necessità ed in base alle rilevazioni di danno/instabilità

In seguito alla comparsa di danni strutturali al masso guardiano osservato (lesioni, fessurazioni, rotture), occorre effettuare, da parte di tecnici qualificati, accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica dell'integrità strutturale del masso, anche al fine di individuare la causa della condizione di danno. Procedere quindi alla sostituzione del masso guardiano, laddove la sua condizione di stabilità e/o lo stato d'integrità strutturale siano tali da comprometterne l'efficace funzionalità.

Esecutore delle manutenzioni: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommozzatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.7 SOVRASTRUTTURA IN C.A.

La sovrastruttura consiste in:

- Sovrastruttura di base realizzata in calcestruzzo armato solidarizzato con il cassone e la serraglia di testata;
- muro paraonde lato mare.

La sovrastruttura di base è una struttura gettata in opera con funzione di copertura dei cassoni e della serraglia di testata. La sovrastruttura è realizzata a seguito del posizionamento e del completo zavorramento del cassone sottostante, nonché dell'esaurimento dei tempi correlati ai cedimenti iniziali delle opere realizzate.

Nel caso dei cassoni di tipo C interamente zavorrati con materiale inerte, la formazione della sovrastruttura avviene a seguito della completa realizzazione della copertura in sommità alle celle (tale occlusione è eseguita con lastre in calcestruzzo armato). La sovrastruttura è solidarizzata al cassone sottostante attraverso armature di richiamo che emergono dalle pareti perimetrali e divisorie delle celle del cassone.

Il muro paraonde completa la geometria sommitale della sovrastruttura ed assolve alla funzione di regolazione dei fenomeni di tracimazione dell'onda incidente.

##### 4.7.1 Requisiti e prestazioni

**Requisiti di stabilità:** Resistenza all'azione dinamica delle mareggiate e degli eventi sismici. La sovrastruttura deve conservare, nel tempo, la completa stabilità a seguito di mareggiate o di un evento sismico.

**Requisiti Durabilità:** Resistenza all'azione del mare e degli eventi sismici

**Classe di Requisiti: Sicurezza**

La sovrastruttura dovrà essere in grado di mantenere la completa stabilità e l'integrità strutturale.

**Prestazioni:** La sovrastruttura sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali (comprese le sollecitazioni provocate da eventuali fenomeni sismici e dall'ormeggio di unità navali in corrispondenza del lato della sovrastruttura di base orientata verso il bacino portuale) deve sempre assicurare la completa stabilità e la funzionalità strutturale, mantenendo la propria integrità strutturale.

**Livello minimo della prestazione:** Ripristinare la funzionalità e l'integrità strutturale della sovrastruttura.

4.7.2 Controlli

- **Requisiti da verificare:** Stabilità della sovrastruttura  
Integrità strutturale della sovrastruttura

- **Tipologia e frequenze dei controlli:**

- **Controllo stabilità e integrità strutturale della sovrastruttura**

Tipologia di Controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Visivo (ispezioni)	Ogni 5 anni e dopo un evento eccezionale	Schede d'ispezione e rapporto fotografico
Rilievi delle superfici danneggiate, controllo della necessità di ripristinare la funzionalità e l'integrità della sovrastruttura e verifica dell'eventuale condizione corrosiva delle armature	Ogni 20 anni, ovvero a seguito di mareggiate intense o evento sismico, oppure a seguito di valutazione dei rilievi fotografici che riscontrano una condizione di degrado esteso del calcestruzzo	Valutazione dei danni e intervento manutentivo sulla sovrastruttura in funzione dei risultati dell'indagine eseguita, delle anomalie osservate e del livello di danno riscontrato

Esecutore dei controlli: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

4.7.3 Anomalie riscontrabili

- **Crescita di vegetazione/patina biologica sulle parti esposte della sovrastruttura**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi, piante e di patina biologica in corrispondenza delle superfici della sovrastruttura.

- **Presenza di vegetazione**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante in corrispondenza delle superfici esterne della sovrastruttura. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Degradazione dell'integrità strutturale del calcestruzzo della sovrastruttura**

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino localizzato di porzioni di sovrastruttura la cui integrità strutturale risulta degradata. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Disgregazione**

De-coesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino localizzato di porzioni di sovrastruttura disgregate. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi dalla loro sede.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino localizzato di porzioni di sovrastruttura interessate da fenomeni di distacco. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Erosione superficiale**

Asportazione di materiale dalla superficie della sovrastruttura dovuta a processi di svariata natura. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino localizzato di porzioni di sovrastruttura interessate da erosione superficiale. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Corrosione/esposizione delle armature**

Corrosione e/o esposizione delle armature della sovrastruttura e asportazione di materiale dalla superficie della sovrastruttura stessa, dovuta a processi di natura diversa.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria che comprende il trattamento delle armature interessate dallo stato corrosivo (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino localizzato di porzioni di sovrastruttura le cui armature metalliche risultano interessate da fenomeni corrosivi. Inoltre, l'intervento può comportare la sostituzione delle armature ammalorate da fenomeni di corrosione. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Fessurazioni**

Presenza di discontinuità nel materiale con distacchi macroscopici delle parti.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino localizzato di porzioni di sovrastruttura interessate da fessurazioni. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Penetrazione di umidità**

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Rigonfiamento**

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del masso guardiano. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

#### 4.7.4 Manutenzioni

Ripristino della sovrastruttura danneggiata

Frequenza: secondo necessità ed in base alle rilevazioni di danno/instabilità

Riparazione con trattamento delle armature esposte e trattamento del calcestruzzo in degradazione. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

Esecutore delle manutenzioni: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (sommozzatori e personale operativo marittimo), di attrezzature idonee (tra cui R.O.V.) e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.8 **PARABORDI TRAPEZOIDALI**

I parabordi trapezoidali integrano la dotazione degli arredi di banchina installati in corrispondenza del lato della sovrastruttura di base orientato verso il bacino portuale.

Tali elementi assolvono alla funzione di preservare dagli urti delle unità navali ormeggiate in caso di necessità presso il lato protetto dell'opera foranea. Questi dispositivi sono installati ad interasse costante pari a circa 30 m.

##### 4.8.1 Requisiti e prestazioni

**Requisiti di stabilità:** Resistenza all'azione dinamica indotta dalle unità navali in fase d'ormeggio.

**Requisiti Durabilità:** Resistenza all'azione del mare e delle unità navali, nonché alle sollecitazioni che agiscono su queste ultime

**Classe di Requisiti:** Sicurezza

I parabordi trapezoidali dovranno essere in grado di mantenere la completa stabilità e integrità.

**Prestazioni:** I parabordi trapezoidali soggetti alle azioni statiche, dinamiche e cicliche devono sempre assicurare la completa stabilità e la funzionalità, conservando l'integrità.

**Livello minimo della prestazione:** Ripristinare la funzionalità e l'integrità dei parabordi trapezoidali.

#### 4.8.2 Controlli

- **Requisiti da verificare:** Stabilità dei parabordi trapezoidali  
Integrità funzionale dei parabordi trapezoidali
- **Tipologia e frequenze dei controlli:**
  - **Controllo stabilità e integrità funzionale dei parabordi trapezoidali**

Tipologia di Controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Visivo (ispezioni)	Ogni 5 anni e dopo un evento eccezionale	Schede d'ispezione e rapporto fotografico
Rilievi delle superfici danneggiate, controllo della necessità di ripristinare la funzionalità e l'integrità del parabordo trapezoidale e verifica dell'eventuale condizione corrosiva dei sistemi metallici di ancoraggio	Ogni 20 anni, ovvero a seguito di mareggiate intense, oppure a seguito di valutazione dei rilievi fotografici che riscontrano una condizione di degrado esteso del sistema di ancoraggio del parabordo trapezoidale	Valutazione dei danni e intervento manutentivo dei parabordi trapezoidali in funzione dei risultati dell'indagine eseguita, delle anomalie osservate e del livello di danno riscontrato

Esecutore dei controlli: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (personale operativo marittimo), di attrezzature idonee e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.8.3 Anomalie riscontrabili

- **Crescita di vegetazione/patina biologica sulle parti esposte del parabordo trapezoidale**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi, piante e di patina biologica in corrispondenza delle superfici del parabordo trapezoidale.

- **Presenza di vegetazione**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante in corrispondenza delle superfici esterne della sovrastruttura. Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni).

- **Degradazione dell'integrità strutturale del calcestruzzo di ancoraggio dei parabordi trapezoidali**

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino localizzato di

porzioni di sovrastruttura la cui integrità strutturale risulta degradata. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Corrosione/esposizione delle armature di ancoraggio dei parabordi trapezoidali**

Corrosione e/o esposizione delle armature di ancoraggio dei parabordi trapezoidali e asportazione di materiale dalla superficie della sovrastruttura stessa, dovuta a processi di natura diversa.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria che comprende il trattamento delle armature interessate dallo stato corrosivo (non richiede una classifica dei danni). Inoltre, l'intervento può comportare la sostituzione delle armature di ancoraggio ammalorate da fenomeni di corrosione. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Deformazione eccessiva causata da urti di unità navali**

Grado di deformazione significativo dei parabordi trapezoidali, tale vanificarne la funzionalità, causato dall'urto di unità navali. Si prevede la sostituzione tempestiva dei parabordi trapezoidali interessati dalla condizione di deformazione eccessiva, previa verifica dell'eventuale degradazione dell'integrità strutturale del tratto di sovrastruttura di base ove è collocato il parabordo trapezoidale da sostituire. Laddove necessario, si procede al ripristino dell'integrità strutturale della porzione di sovrastruttura di base con funzione di ancoraggio dei parabordi trapezoidali danneggiati.

#### 4.8.4 Manutenzioni

Ripristino dei parabordi trapezoidali danneggiati

Frequenza: secondo necessità ed in base alle rilevazioni di danno/instabilità

Riparazione con trattamento o sostituzione delle armature di ancoraggio dei parabordi trapezoidali e trattamento del calcestruzzo di ancoraggio in degradazione. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

Esecutore delle manutenzioni: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (personale operativo marittimo), di attrezzature idonee e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.9 BITTE D'ORMEGGIO

Le bitte d'ormeggio completano la dotazione degli arredi di banchina installati in corrispondenza del lato della sovrastruttura di base orientato verso il bacino portuale.

Tali elementi assolvono alla funzione di punti d'ormeggio alle unità navali che si dovessero trovare nella necessità di ormeggiare in corrispondenza del lato protetto dell'opera foranea. Questi dispositivi sono installati ad interasse costante pari a circa 20 m.

##### 4.9.1 Requisiti e prestazioni

**Requisiti di stabilità:** Resistenza all'azione dinamica indotta dalle unità navali ormeggiate

**Requisiti Durabilità:** Resistenza all'azione delle unità navali e delle forze che agiscono su

quest'ultime

**Classe di Requisiti:** Sicurezza

Le bitte d'ormeggio dovranno essere in grado di mantenere la completa stabilità e integrità.

**Prestazioni:** Le bitte d'ormeggio soggette alle azioni statiche, dinamiche e cicliche devono sempre assicurare la completa stabilità e la funzionalità, conservando l'integrità.

**Livello minimo della prestazione:** Ripristinare la funzionalità e l'integrità delle bitte d'ormeggio.

4.9.2 Controlli

- **Requisiti da verificare:** Stabilità delle bitte d'ormeggio  
Integrità funzionale delle bitte d'ormeggio
- **Tipologia e frequenze dei controlli:**
  - **Controllo stabilità e integrità funzionale delle bitte d'ormeggio**

Tipologia di Controllo	Frequenze dei controlli	Osservazione
Visivo (ispezioni)	Ogni 5 anni e dopo un evento eccezionale	Schede d'ispezione e rapporto fotografico
Rilievi delle superfici danneggiate, controllo della necessità di ripristinare la funzionalità e l'integrità delle bitte d'ormeggio e verifica del corretto mantenimento della condizione di ancoraggio	Ogni 20 anni, ovvero a seguito di mareggiate intense, oppure a seguito di valutazioni degli accertamenti specifici che riscontrano una condizione di degrado esteso del sistema di ancoraggio della bitta d'ormeggio	Valutazione dei danni e intervento manutentivo delle bitte d'ormeggio in funzione dei risultati dell'indagine eseguita, delle anomalie osservate e del livello di danno riscontrato

Esecutore dei controlli: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (personale operativo marittimo), di attrezzature idonee e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

4.9.3 Anomalie riscontrabili

- **Degradazione dell'integrità strutturale del calcestruzzo di ancoraggio delle bitte d'ormeggio**

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria (non richiede una classifica dei danni). L'intervento manutentivo può comprendere il ripristino localizzato di porzioni di sovrastruttura la cui integrità strutturale risulta degradata. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Corrosione/esposizione delle armature di ancoraggio delle bitte d'ormeggio**

Corrosione e/o esposizione delle armature di ancoraggio delle bitte d'ormeggio e asportazione di materiale dalla superficie della sovrastruttura stessa, dovuta a processi di natura diversa.

Gestibile con attività di monitoraggio e la manutenzione ordinaria che comprende il trattamento delle armature interessate dallo stato corrosivo (non richiede una classifica dei

danni). Inoltre, l'intervento può comportare la sostituzione delle armature di ancoraggio ammalorate da fenomeni di corrosione. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

- **Deformazione eccessiva causata da tiri di unità navali ormeggiate**

Grado di deformazione significativo delle bitte d'ormeggio, tale vanificarne la funzionalità, causato dal tiro di unità navali. Si prevede la sostituzione tempestiva delle bitte d'ormeggio interessate dalla condizione di deformazione eccessiva, previa verifica dell'eventuale degradazione dell'integrità strutturale del tratto di sovrastruttura di base ove è collocata la bitta d'ormeggio da sostituire. L'esercizio della bitta installata in sostituzione della preesistente deformata sarà subordinato al superamento di regolare prova di collaudo della nuova bitta d'ormeggio, in conformità alle disposizioni normative vigenti ed alle prescrizioni di pertinenza da parte dell'Autorità marittima competente. Laddove necessario, si procede al ripristino dell'integrità strutturale della porzione di sovrastruttura di base con funzione di ancoraggio delle bitte d'ormeggio danneggiate.

#### 4.9.4 Manutenzioni

Ripristino delle bitte d'ormeggio danneggiate

Frequenza: secondo necessità ed in base alle rilevazioni di danno/instabilità

Riparazione con trattamento o sostituzione delle armature di ancoraggio delle bitte d'ormeggio e trattamento del calcestruzzo di ancoraggio in degradazione. L'intervento manutentivo deve essere effettuato in tempi utili dalle rilevazioni del danno, al fine di non aggravare la condizione di deterioramento riscontrata.

Esecutore delle manutenzioni: Operatori economici specializzati in possesso di regolare qualificazione di cui alla Categoria S.O.A. OG7 ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 e s.m.i., nonché di personale qualificato (personale operativo marittimo), di attrezzature idonee e di mezzi marittimi regolarmente operativi.

#### 4.10 FANALE MARITTIMO

Il fanale marittimo esistente presso la testata del tratto di diga realizzato nell'ambito della fase n. 1 verrà smontato e riposizionato in testata al nuovo tratto di opera foranea eseguito in fase n. 2. La struttura di fondazione del fanale sorge in continuità al muro paraonde all'angolo lato mare formato sia dal cassone disposto in configurazione cosiddetta "a martello" e sia dall'ultimo cassone disposto in allineamento allo sviluppo longitudinale dell'infrastruttura.

La struttura metallica del dispositivo di segnalamento marittimo sarà protetta con idonee pitture protettive e l'insieme dell'impianto elettrico e d'illuminazione dovranno essere verificati prima della rispettiva messa in opera.

L'Operatore economico che effettuerà le manutenzioni al fanale marittimo dovrà applicare le medesime procedure operative di controllo e di manutenzione poste in atto dal personale specializzato di Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale.

La verifica del corretto funzionamento del fanale marittimo avrà luogo anche a seguito di ogni mareggiata di intensità rilevante.

Tutte le attività di manutenzione del fanale marittimo dovranno essere eseguite in conformità alle disposizioni in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro di cui al D. Lgs 81 del 09/04/2008 e s.m.i., nonché alle norme tecniche di riferimento, tra cui le norme tecniche CEI 11-27:2021 e EN 50110-1.