

Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico Orientale
Porti di Trieste e Monfalcone

PROGETTO AdSP n° 1949

Componenti di intervento nel progetto di ammodernamento infrastrutturale e funzionale del terminal contenitori del Molo VII nel porto di Trieste

CIG: 9192064b2b - CUP: C94E21000270001

PROGETTISTA:



F&M Ingegneria Spa
Via Belvedere 8/10
30035 - Mirano (VE)



Haskoning-DHV Nederland B.V
P.O. Box 1132
3800 BC Amersfoort
The Netherlands



HMR srl
Piazzale della Stazione 7
35131 - Padova (PD)



SQS srl
Viale della Terza Armata 7
34123 - Trieste (TS)

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Eric Marcone

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

NOME FILE: 1949_PFTE_L1_STR_r007_17_01.doc

SCALA: -

TITOLO ELABORATO:

PIANO PRELIMINARE DI MONITORAGGIO STRUTTURALE

ELABORATO:

L1_STR_r007

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	07/06/2023	RISCONTRO OSSERVAZIONI REG_PROT-0008501	C.S.	C.S.	T.T.
00	05/05/2023	PRIMA EMISSIONE PER COMMENTI	C.S.	C.S.	T.T.



Sommario

1	PREMESSA	2
2	MODALITÀ DI MONITORAGGIO	4
3	MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DI INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA	7

Indice delle figure

Figura 1.1 – Sezione trasversale molo.....	3
Figura 2.1 – Struttura piastre.....	4
Figura 2.2 – Ispezione dell'intradosso delle travi portanti dell'impalcato.....	4
Figura 2.3 – Ispezione dell'intradosso delle solette dell'impalcato.....	5
Figura 2.4 – Esempio scheda localizzazione e descrizione degrado.....	6



1 PREMESSA

Nel presente elaborato, che anticipa argomenti che vengono approfonditi e trattati con maggior dettaglio nel “Piano di manutenzione dell’opera e delle sue parti” (elaborato 1949_PFTE_L0_ECO_r007_16), sono analizzate le procedure operative attraverso le quali, durante la vita economica dell’opera, potranno essere eseguite le operazioni di ispezione/monitoraggio dell’opera e gli eventuali interventi di manutenzione delle strutture all’intradosso dell’impalcato.

La struttura dell’impalcato è costituita da piastre nervate prefabbricate a pianta quadrata di lato 9.90 m in appoggio sui pali, ai quali sono connesse mediante getti di completamento.

Dalle campagne di indagini visive e strutturali svolte nel 2020 e nel 2022 (cfr. elaborati 1949_PFTE_L1_STR_r001_02 e 1949_PFTE_L1_STR_r002_02), è emerso un livello di ammaloramento e di degrado piuttosto variabile. In particolare, si è osservato quanto segue:

- L’intradosso della soletta è particolarmente sensibile all’attacco degli agenti aggressivi, anche se si tratta dell’elemento strutturale più lontano dalla quota del mare e il meno esposto della splash zone, essendo non precompresso direttamente e avendo livelli di copriferro delle armature lente piuttosto ridotto (come sperimentalmente accertato).
- Le nervature, che sono direttamente precomprese, sono meno sensibili, ma presentano alcune situazioni in cui all’intradosso si vedono chiaramente segnali importanti di ossido, sia pure in assenza di espulsione di copriferro; questo significa che comunque le armature lente all’interno hanno iniziato ad ossidarsi a causa della possibile presenza di fessurazioni longitudinali o porosità localizzate, e quindi anche qui un rapido degrado appare probabile.

Le prove sperimentali condotte sui materiali (cfr. elaborato 1949_PFTE_L1_STR_r003_02) portano ad una riduzione della resistenza dell’acciaio di armatura, come meglio esplicitato nell’elaborato 1949_PFTE_L1_STR_r005_02. Tenendo conto di queste condizioni, le verifiche di resistenza, che principalmente dipendono dalla resistenza dell’acciaio (soletta a flessione, nervature a taglio), soffrono di una evidente diminuzione del coefficiente di sicurezza. La condizione peggiore si riscontra per la porzione di impalcato “originario” (anni ’60), tuttavia, la verifica della soletta con carico uniformemente distribuito da 40 kN/mq risulta “sostanzialmente” soddisfatta (coefficiente di sicurezza formalmente uguale a 0,99); le verifiche a taglio sulle nervature risultano anch’esse soddisfatte con coefficiente unitario.

Gli interventi tipologici previsti sono calibrati in funzione della gravità del degrado, e si basano sostanzialmente sulle seguenti fasi:

- preparazione superficiale mediante martellinatura delle travi per rimozione delle parti più ammalorate con evidenti segni di distacco del copriferro
- idropulizia finalizzata a rimuovere qualsiasi traccia di sporco e difetti minori e a preparare le superfici all’applicazione del trattamento protettivo di impermeabilizzazione;
- idroscarifica del calcestruzzo ammalorato ed in fase di distacco (circa 3 cm per l’idroscarifica leggera e 5 cm per quella profonda o comunque fino a completa rimozione del calcestruzzo degradato);
- passivazione dei ferri di armatura scoperti o messi a nudo dalle demolizioni;
- ricostruzione del copriferro mediante malta tissotropica a ritiro compensato;



- applicazione generalizzata del trattamento protettivo finale di impermeabilizzazione.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_r006_02

Data la vicinanza dell'intradosso dell'impalcato al livello del mare (+0.78 m s.l.m.m. è la quota di intradosso delle travi, +1.96 m s.l.m.m. quella della soletta), è necessario prevedere un sistema di monitoraggio atto a controllare lo stato della struttura e il grado di avanzamento del degrado e individuare le tempistiche con cui sarà necessario effettuare gli interventi di manutenzione.

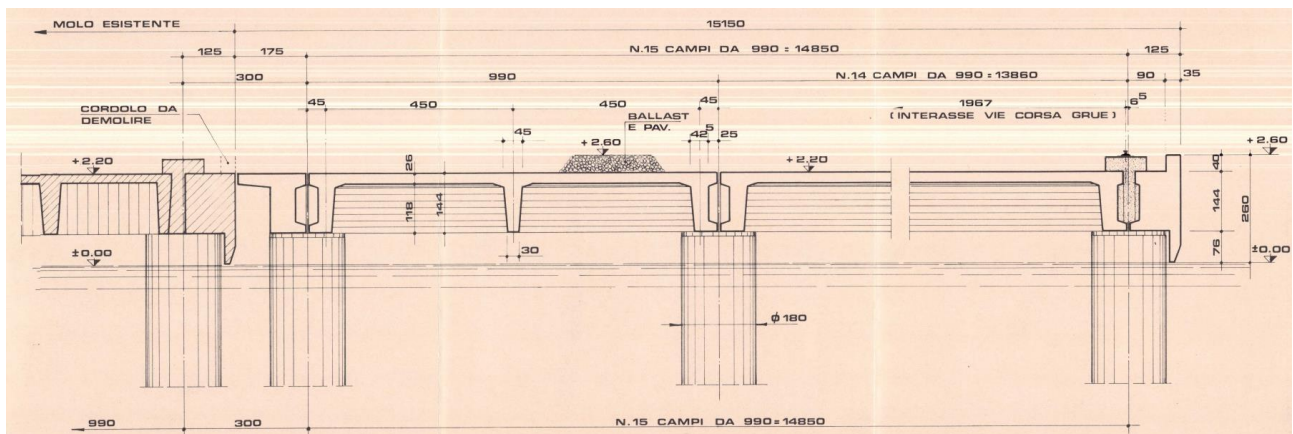


Figura 1.1 – Sezione trasversale molo.



2 MODALITÀ DI MONITORAGGIO

Date le quote di intradosso delle strutture che costituiscono l'impalcato, come evidenziato nella Figura 2.2 e nella Figura 2.3, nell'attuale geometria delle strutture del molo le operazioni di ispezione e di monitoraggio dell'intradosso dell'impalcato possono essere eseguite da un tecnico mediante l'utilizzo di una imbarcazione di piccole dimensioni che presenti un'altezza del bordo libero rispetto alla linea di galleggiamento non superiore a 50 cm così da permettergli il passaggio al disotto delle travi che costituiscono le piastre e attraverso i fori presenti sulla veletta di bordo, non più alti di 0.76 m.

Le singole piastre andranno ispezionate a settori, data la presenza delle travi di irrigidimento delle piastre (cfr. Figura 2.1). Per passare da un settore all'altro sarà necessario mettersi in posizione supina o accucciata (Figura 2.2), mentre, una volta passata la trave, per ispezionare accuratamente anche l'intradosso della soletta sarà possibile posizionarsi in piedi (Figura 2.3).

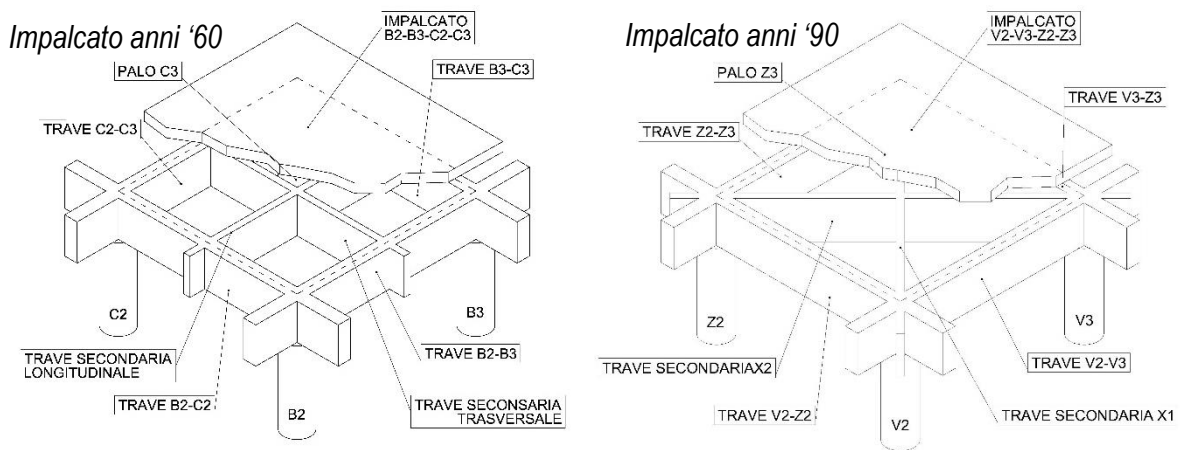


Figura 2.1 – Struttura piastre.



Figura 2.2 – Ispezione dell'intradosso delle travi portanti dell'impalcato.



Figura 2.3 – Ispezione dell'intradosso delle solette dell'impalcato.

Il tecnico nel corso delle ispezioni dovrà unicamente accertarsi della comparsa di eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di fessurazione, disgregazione del materiale, riduzione del copriferro. Inoltre, dovrà essere controllata periodicamente l'integrità degli elementi strutturali e la loro funzionalità.

Le anomalie che potranno essere riscontrate potranno riguardare i seguenti fenomeni:

- Deformazione
- Corrosione
- Deposito superficiale
- Efflorescenze
- Fessurazioni
- Rigonfiamento

Durante le ispezioni saranno acquisiti video e immagini e successivamente saranno compilate delle "schede di degrado" secondo lo schema riportato nella Figura 2.4, in analogia a quanto svolto dalla ditta In Situ nel 2020 e nel 2022 (rif. elaborati 1949_PFTE_L1_STR_r001_02 e 1949_PFTE_L1_STR_r002_02).



Figura 2.4 – Esempio scheda localizzazione e descrizione degrado.

I suddetti controlli dovranno essere eseguiti con cadenza:

- quadriennale sull'intera superficie di intradosso dell'impalcato;
- biennale nelle zone maggiormente esposte (esempio: banchina Ormeggio 57).



3 MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DI INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA

Nel caso in cui le ispezioni visive, eseguite con le modalità sopra descritte, evidenzino la presenza di fenomeni di ammaloramento delle strutture di c.a., si potrà procedere all'esecuzione degli interventi di manutenzione straordinaria necessari per il loro ripristino utilizzando la metodologia adottata per il presente appalto e di seguito riportata:

- **Intervento di tipo 1**, essenzialmente di tipo preventivo / protettivo, applicato su tutte le superfici, comprese le zone non degradate, costituito da:
 - idropulizia della superficie dell'intera piastra, con le seguenti caratteristiche:
 - uso di ugelli a 1 testina rotante
 - pressione 450 bar
 - distanza dalla superficie di pulizia 15cm
 - consumo d'acqua 15l/min
 - Impermeabilizzazione della superficie mediante:
 - malta cementizia bicomponente elastica tipo "Mapelastic Guard®" o equivalente.

- **Intervento tipo 2**, applicabile alle zone degradate ma senza significative perdite di sezione resistente dell'armatura, costituito da:
 - Martellinatura delle travi per rimozione delle parti più ammalorate con evidenti segni di distacco del copriferro
 - Idroscarifica leggera localizzata del copriferro (circa 3 cm o comunque fino a completa rimozione del calcestruzzo degradato) in prossimità delle zone ammalorate, con le seguenti caratteristiche:
 - uso di ugelli a 2 testine rotanti
 - pressione 1800 bar
 - distanza dalla superficie di pulizia 5cm
 - consumo d'acqua 25l/min
 - Rimozione totale dai ferri d'armatura dell'eventuale ruggine presente.
 - Ciclo di passivazione delle barre d'armatura esposte e ripristino del copriferro mediante:
prodotto unico tipo "KeraKoll GeoLite10": geomalta minerale certificata, eco-compatibile, a base di Geolegante a reazione cristallina, per la passivazione, ripristino, rasatura e protezione monolitica di strutture in calcestruzzo degradato.
In alternativa si può utilizzare:
 - per la passivazione delle barre d'armatura: protezione anticorrosione tipo Sika MonoTop-610 New: boiaccia cementizia contenente fumi di silice, polimero-modificata
 - per il ripristino del copriferro: malta tipo "KeraKoll GeoLite10": geomalta minerale certificata, eco-compatibile, a base di Geolegante a reazione cristallina

- **Intervento tipo 3**, applicabile alle zone in cui è necessario ripristinare la capacità portante dell'elemento strutturale parzialmente compromessa dalla perdita di sezione resistente delle armature corrose.
 - Martellinatura delle travi per rimozione delle parti più ammalorate con evidenti segni di distacco del



copriferro

- Idroscarifica profonda localizzata del copriferro (circa 5 cm o comunque fino a completa rimozione del calcestruzzo degradato) in prossimità delle zone ammalorate, con le seguenti caratteristiche:
 - uso di ugelli a 2 testine rotanti
 - pressione 2100 bar
 - distanza dalla superficie di pulizia 5cm
 - consumo d'acqua 25l/min
- Rimozione totale dai ferri d'armatura dell'eventuale ruggine presente.
- Applicazione primo strato di malta tixotropica e contestuale trattamento dei ferri di armatura (passivazione), mediante utilizzo di malta tixotropica tipo "Geolite®" o equivalente sp. 3-5 mm.
In alternativa si può utilizzare:
 - per la passivazione delle barre d'armatura: protezione anticorrosione tipo Sika MonoTop-610 New: boiaccia cementizia contenente fumi di silice, polimero-modificata
 - per il primo strato di malta: malta tipo "KeraKoll GeoLite10": geomalta minerale certificata, eco-compatibile, a base di Geolegante a reazione cristallina
- Posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto tipo "GeoSteel G600®" o equivalente.
- Ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio tramite arrotolamento del tessuto e inghisaggio delle code all'interno dei fori precedentemente realizzati con adesivo minerale epossidico o placcaggio con elementi metallici installati con adesivo minerale epossidico tipo "GeoLite Gel®" o equivalente.
- Esecuzione secondo strato di malta tixotropica, mediante utilizzo di malta tixotropica tipo "Geolite®" o equivalente sp. 5-8 mm.
- Ripristino del copriferro mediante:
 - malta tipo "KeraKoll GeoLite10": geomalta minerale certificata, eco-compatibile, a base di Geolegante a reazione cristallina, per la passivazione, ripristino, rasatura e protezione monolitica di strutture in calcestruzzo degradato

Con cadenza ventennale è previsto il rifacimento dell'intervento Tipo 1 su tutte le piastre per ripristinare l'impermeabilità della superficie che nel corso degli anni può essere diminuita per deterioramento del prodotto utilizzato.